



Universidade de São Paulo – USP
Faculdade de Saúde Pública – FSP



Informações geográficas nos serviços de água e esgoto: aplicações e disparidades de uma tecnologia de uso global

Thomas Ribeiro de Aquino Ficarelli

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Saúde Global e Sustentabilidade, para obtenção do
título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Saúde Global e Sustentabilidade

Orientadora: Prof^a. Dra. Helena Ribeiro

**São Paulo
2019**

Informações geográficas nos serviços de água e esgoto: aplicações e disparidades de uma tecnologia de uso global

Thomas Ribeiro de Aquino Ficarelli

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Saúde Global e Sustentabilidade, para obtenção do
título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Saúde Global e Sustentabilidade

Orientadora: Prof^a. Dra. Helena Ribeiro

**Versão Corrigida
São Paulo
2019**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dedico esta Tese a todos os seus leitores, e aos cidadãos e profissionais que se empenham em poupar e cuidar da água, precioso bem para a vida.

Agradecimentos

À professora, geógrafa e orientadora Helena Ribeiro, que me apresentou o caminho de pesquisa em 2006 e até os dias de hoje manteve seu apoio, reconhecimento e confiança em minhas realizações na vida acadêmica. E especialmente, por ter me dado horizontes e liberdade para eu dar o máximo de minha criatividade nessa pesquisa. Aos Professores Wanda Risso Günther, Kamel Zahed Filho e Diana Sarita Hamburger por terem aceitado participar da banca de defesa desta tese.

Aos meus pais Marcos Ficarelli e Lia Ribeiro de Aquino Ficarelli, por jamais terem duvidado de minha capacidade nas realizações que me propus até os dias do hoje e pelo apoio sempre que foi necessário, por serem minha eterna escola e meu eterno descanso. Aos meus irmãos Chantal, Tito, Norton e Inti, e aos tios e primos, avós e demais parentes. Para esta tese, agradeço especialmente aos meus tios Alice e Celso Uliano e à prima Tuca Dias, por terem me permitido retirar dias no campo para descanso da mente e para redação desta tese.

Aos meus amigos pessoais mais próximos, que não expresso os nomes para que nenhum seja esquecido em hipótese alguma, por terem sempre acreditado e me incentivado e, inclusive, nas ocasiões em que cuidaram de mim com programas mais leves e com conversas sinceras com poder de cura. Para a tese, agradeço ao Marcos Foloni por ter me indicado citações plausíveis ao assunto e ao Tamás Zsigo e Heloisa Salles por terem me concedido hospedagem quando estive em Budapeste.

Aos colegas da Faculdade de Saúde Pública, em especial aos parceiros de pesquisa em Saúde Pública e Saúde Global os geógrafos Sofia Oliver, Thiago Canelas e Viviana Lima e ao fisioterapeuta Rafael Buralli, com quem pude trocar experiências, conhecimento e apoio pessoal em todo o período do Doutorado.

À CETESB e, de modo geral, a todos os colegas com quem tenho contato. Em especial, agradeço às gerentes Vanessa Fidalgo Guerreiro, Fernanda Franceschini, Fernanda Dantas Sobral e Mayla Fukushima, à diretora Ana Cristini Pasini e ao assessor José Eduardo Bevilacqua, por terem me permitido a ausência no expediente para realização do Doutorado em todo esse período entre disciplinas e pesquisas realizadas, bem como ao Comitê de Capacitação da Companhia pelo consentimento. Ao Rodrigo Ferreira da Silva e à sua esposa, Helen Yamada, e às amigas Fernanda Senda, Patrícia Stefanini e Iris Poffo e aos amigos Fábio Moreno e Sérgio Greiff por tantos almoços, encontros e conversas nesses últimos anos. Aos Vagalumes, pelos momentos de

relaxamento, reflexões e pelas amizades criadas. Ao Eduardo Jun, pelas recomendações profissionais e bibliográficas para esta pesquisa de Doutorado.

Aos amigos da SABESP, que me deram as primeiras coordenadas e caminhos no mundo do Saneamento Básico. Em especial, ao Nagip Abraão pela amizade e ímpar conhecimento em informações geográficas aplicadas ao assunto, bem como pela inspiração para realização desta pesquisa. Aos amigos e geógrafos Rodrigo Ferraz, Álvaro Fernandes e Anelise Briganó pelo aprendizado e excelente destaque da Geografia como conhecimento importante para o setor. Ao Sérgio Antônio, pela confiança e atenção, sempre em abundância. E à Cintia Nicolau, amiga para todos os momentos.

À Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária – ABES como um todo, pelo acolhimento e por abrir espaço para que os profissionais da área possam estar sempre em contato, juntando a seriedade do assunto com a boa convivência dos colegas. Ao Alceu Bittencourt e Márcio Gonçalves, Presidentes da ABES-SP, aos parceiros Luis Pladevall, Luis Grisotto, Ana Lúcia Brasil e Roseane Lopes de Souza pela ativa convivência e ações altruístas em prol do setor. Aos funcionários Ricardo Ribeiro, Débora Bastos e Roberta Rodrigues. À Ana Rogers, pela atenção especial às ações jovens do setor, inclusive sobre o decorrer desta pesquisa.

Aos Jovens Profissionais do Saneamento (JPS) da ABES, com quem muito aprendi e ensinei sobre assuntos da área e, principalmente, quanto aos desafios e responsabilidades de uma liderança. Agradeço ao Álvaro Diogo pela confiança e à Maria Fernanda Bentubo, Jonathan Adam, Olivia Gavioli, Gustavo Paranhos, Paula Ramos e Kayane Franco, Jakeline Silva, Igor Furlan e Beatriz Ribeiro pelo apoio e aprendizado em todos os sentidos. Ainda, aproveito para agradecer os estagiários Felipe Pivetta e Vanessa Rodrigues pela atenção e suporte nas atividades do grupo.

Agradeço aos profissionais e amigos Eliana Terada, Paulo Spada, Roberta Santonieri e Carmo Aun por terem cuidado de minha saúde e bem-estar nesse período exigente de trabalho e pesquisas, os quais sempre me motivaram a cuidar melhor de mim mesmo e das pessoas ao redor e, também, a desvendar os belos mistérios do corpo e da mente humanas.

Aos profissionais das companhias de água e esgoto estudadas nesta pesquisa e por onde passei ao longo da vida, pela atenção dada a todo o momento. Pela sinceridade, transparência e profundidade da pesquisa que me foi permitida e pelo acolhimento e hospitalidade.

Índice

1. O desafio global dos serviços de água e esgoto	1
1.1. Abastecimento e esgotamento sanitário no Brasil.....	3
1.2. Abastecimento e esgotamento sanitário no mundo	6
1.3. A Saúde Global e um novo paradigma para a água e esgoto	10
1.4. Tecnologia, capacitação e informação para os serviços de água e esgoto	14
1.5. A Cartografia, a Geomática e a Representação Geográfica	18
1.6. A Gestão de Informações Geográficas para Serviços de Água e Esgoto	22
1.7. Organização de Conceitos: Aspectos e Partes Interessadas	28
1.8. Organização de Conceitos: Desenvolvimento e Amplitude	40
2. Objetivo.....	47
3. Justificativa	48
3.1. Importância da Tecnologia da Informação e de dados geoespaciais para planejamento e gestão da implantação, operação e manutenção dos sistemas de saneamento	48
3.2. Campo de pesquisa aberto para o assunto.....	49
3.3. Limitação de aplicações dos SIGs por falta de conhecimento técnico ou de verbas	49
3.4. Mudanças de paradigma e perspectiva holística dos SIGs	50
3.5. Associação entre o Saneamento Básico e a Saúde Pública	51
3.6. Divulgação Digital da Pesquisa	52
4. Metodologia	52
4.1. Levantamento Bibliográfico	53
4.2. Mapeamento da Bibliografia.....	56
4.3. Etapa exploratória	57
4.4. Esquema Horizontal – Aspectos e Partes Interessadas	59
4.5. Esquema Vertical – Desenvolvimento e Amplitude.....	61
4.6. Análise de Requisitos	70
4.7. Seleção de cidades e companhias de água e esgoto para estudos de caso	72
4.8. Abordagem com os Órgãos e Apresentação do Projeto	73
4.9. Visita Técnica e Coleta de Dados Primários	75
4.10. Análise dos dados.....	78
5. Caracterização das áreas de estudo	80
5.1.a. Fortaleza - Fundação, Crescimento e Contexto Nacional	80
5.1.b. A Metrópole e a CAGECE	86
5.1.c. Perspectivas e Desafios Urbanos de Fortaleza.....	93
5.2.a. Nairóbi - Fundação, Crescimento e Contexto Nacional.....	98
5.2.b. A Metrópole e a NCWSC.....	103
5.2.c. Perspectivas e Desafios Urbanos de Nairóbi.....	110
5.3.a. Budapeste - Fundação, Crescimento e Contexto Nacional.	115
5.3.b. A Metrópole e a <i>Fővárosi Vízművek</i>	121
5.3.c. Perspectivas e Desafios Urbanos de Budapeste	127
6. Resultados e Discussão	131
6.1.a Partilha do Conhecimento	134
6.1.b. Plantas e Acervo Técnico	135
6.1.c. Localização das Estruturas	137
6.1.d. Gestão da Qualidade (Processos e Projetos)	138
6.1.2. Resultados: Disponibilidade de Informação	140
6.2.a. Investimentos em Digitalização	141

6.2.b. Desenhos Técnicos Digitais.....	142
6.2.c. Conhecimento Digital	143
6.2.d. Campanhas de Digitalização	145
6.2.2. Resultado: Atributo Digitalização	146
6.3.a. Cidade e Uso do Solo	147
6.3.b. Topografia e Hidrografia	148
6.3.c. Áreas Irregulares e Favelas.....	150
6.3.d. Estruturas Subterrâneas	152
6.3.2. Resultado: Atributo Mapa de Base	153
6.4.b. Padronização.....	156
6.4.c. Indexação	157
6.4.d. Topologia	159
6.4.2. Resultado: Atributo Modelagem Geoespacial	160
6.5.a. Metadados	161
6.5.b. Software/Serviço	163
6.5.c. Capacitação Geo	165
6.5.d. Precisão geoespacial	166
6.5.e. Estruturas de água e esgoto.....	168
6.5.2. Resultado: Atributo Dados Geoespaciais	171
6.6.b. Participação dos Funcionários	173
6.6.c. Edital / Termo de Referência	175
6.6.d. Avaliação Financeira.....	177
6.6.2. Resultado: Atributo Sistema de Informações Geográficas	179
6.7.a. Alternativas Locacionais.....	180
6.7.b. Análise Ambiental	181
6.7.c. Atendimento ao Cliente	184
6.7.d. Atributos das redes	185
6.7.e. Perdas Hídricas	187
6.7.2. Resultado: Atributo Análise Espacial Simples	189
6.8.b. Modelagem Hidráulica	191
6.8.c. Ferramentas e Frameworks.....	193
6.8.d. Fluxo de atualização de dados	195
6.8.e. Sistema SCADA	196
6.8.2. Resultado: Atributo Automatização.....	198
6.9.a. Codificação	199
6.9.b. Interoperabilidade	201
6.9.c Integração de Sistemas.....	202
6.9.c Integração do SIG	205
6.9.2. Resultado: Atributo Integração de Sistemas Internos.....	206
6.10.a. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.....	207
6.10.b Especialistas em Geomática	209
6.10.c. Publicações Técnicas e Acadêmicas	211
6.10.d. Equipamentos de Alta Tecnologia	212
6.10.2. Resultado: Atributo 10 – Análise Espacial Complexa.....	214
6.11.a. Partilha de Dados Geoespaciais	215
6.11.b. Proveniente de Dados Geoespaciais.....	216
6.11.c. Segurança Cibernética	218
6.11.d. Acesso ao SIG Corporativo	220

6.11.e. Formalização da Partilha de Dados Geoespaciais	221
6.11.2. Resultado do atributo: Integração Externa	222
6.12.a. Relatório de Sustentabilidade	223
6.12.b. Atendimento ao Cliente	225
6.12.c. Interrupção/reestruturação de redes	227
6.12.d. Publicação Cartográfica	229
6.12.e. Visita Técnica em Estruturas	231
6.12.2. Resultado do Atributo: Transparência e Comunicação	232
6.13.a. SIG Participativo	233
6.13.b. Consulta Popular	235
6.13.c. Participação Popular em Áreas Irregulares	236
6.13.d. Uso Racional da Água.....	238
6.13.2. Resultado do atributo: Cidadão Participativo	240
6.14. Resultado final: Requisitos e Análise dos Atributos	241
6.15. Aplicação do roteiro e limitações de determinados requisitos	245
7. Conclusão.....	247
8. Bibliografia	251
Apêndice 1	262
Anexo 1: Organograma da CAGECE	283
Anexo 2: Organograma da NCWSC	284
Anexo 3: Organograma da Fővárosi Vízművek.....	285

Lista de Figuras

Figura 1: Escalas dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	1
Figura 2: Percentual da população dos países com acesso à água potável.....	8
Figura 3: Situação dos países com relação à meta de 68% da população com acesso a instalações de saneamento melhoradas.....	9
Figura 4: Projeto de canal de retificação do rio Tamanduateí (em vermelho). 1925.....	19
Figura 5: Exemplo de tela do SIG da companhia ACEA ATO2, prestadora de serviços de água e esgoto na província de Roma, Itália.....	23
Figura 6: Esquema simplificado das funções básicas do SIG	29
Figura 7: Contribuição do aspecto humano e profissional nos Sistemas de Ciência das Informações Geográficas.....	29
Figura 8: Processo de implementação de um SIG	41
Figura 9: Países contemplados na bibliografia e no levantamento de dados.....	56
Figura 10: Esquema Horizontal – Aspectos e Partes Interessadas	60
Figura 11: Pontuação quanto ao atendimento das perguntas do roteiro	66
Figura 12: Agrupamento de requisitos no Esquema Horizontal.....	70
Figura 13: Agrupamento de países proposto pela ONU para acompanhamento do atendimento das metas do milênio.	72
Figura 14: Mapa do litoral de parte da “Província dos Tremembés” contemplando parte do atual estado do Ceará.	81
Figura 15: Planta de Fortaleza de 1729.	81
Figura 16: Planta da cidade, concebida por Adolpho Herbster (1888).....	84
Figura 17: Rua Major Facundo em 1903, Centro de Fortaleza, na qual o início do adensamento urbano já era notável.....	84
Figura 18: Reservatórios na praça Visconde de Pelotas, os dois primeiros da cidade	85
Figura 19: Implantação de adutora para abastecimento da cidade no início do séc. XX.	85
Figura 20: Região Metropolitana de Fortaleza – RMF	87
Figura 21: Divisão territorial das Unidades de Negócio Metropolitanas de Fortaleza	90
Figura 22: O Eixão das Águas.....	91
Figura 23: Paisagem savânica nos morros de Ngong, no sítio geográfico de Nairóbi.	99
Figura 24: Bazar Indiano de Nairóbi, início da década de 1900.	99
Figura 25: Ruas do Centro da cidade de Nairóbi em 1933.....	101
Figura 26: Ruas do Centro da cidade de Nairóbi.....	101
Figura 27: Centro de Nairóbi.....	102
Figura 28: Kibera, a maior favela de Nairóbi.....	102
Figura 29: limites das divisões do Condado de Nairóbi.....	104
Figura 30: Divisão dos 6 distritos operacionais da NCWSC	108
Figura 31: Vertedouro no reservatório Thika. Foto retirada pelo autor (jun/2017)	110
Figura 32: Decantador na ETE Kariobangi. Foto retirada pelo autor (jun/2017).....	110
Figura 33: Registro de Aquincum sobre a Tabula Peutingeriana.	115
Figura 34: Vestígios restaurados do primeiro aqueduto de Aquincum, construído na era do Império Romano.	115
Figura 35: Buda, na obra de Hartmann Schedel (1440-1514).....	117
Figura 36: Buda e Peste na época da ocupação turca em 1600, retratada por Georg Hoefnagel (1542-1601).	118
Figura 37: A Terma do Rei (<i>Király fürdő</i>), construída na época da ocupação turca em 1570 e	

até hoje em funcionamento.	118
Figura 38: Inundação de 1838, retratada por John Hürlimann.	119
Figura 39: Ponte das correntes sobre o Danúbio, retratada por Adolphe Rouargue (1810-1870).	119
Figura 40: O interior do reservatório de Kőbánya, o qual é tombado como patrimônio histórico apesar de manter operação.	120
Figura 41: Córrego cujas águas se situariam na atual rua Krisztina körút no distrito de Tabán (Buda).....	120
Figura 42: Aglomeração Urbana de Budapeste.....	122
Figura 43: Constituição dos materiais da rede de abastecimento de Budapeste.....	186
Figura 44: Intervenção noturna na rua Peixoto Gomide (São Paulo-SP) em setembro de 2015, para troca de tubulações de esgoto da SABESP.....	227
Figura 45: Intervenção em rede de esgoto em Quito (Equador), realizado pela companhia EPMAPS, em julho de 2017.	227

Lista de Tabelas

Tabela 1: Nível de atendimento com água e esgoto dos municípios prestadores de	5
Tabela 2: Perfil dos Entrevistados	58
Tabela 3: Código, assuntos e pesagem dos requisitos do roteiro semiestruturado.	68
Tabela 4: Órgãos contatados para a pesquisa	74
Tabela 5: Simulação da compilação de informações sobre uma determinada pergunta.....	78
Tabela 6: População do município de Fortaleza	85
Tabela 7: Indicadores dos serviços de água e esgoto na RMF (SNIS, 2016)	89
Tabela 8: Mananciais constituintes do Eixão das Águas	92
Tabela 9: Principais estações de tratamento no Sistema Metropolitano.....	93
Tabela 10: Estações de esgoto de pequeno porte integradas ao Sistema Metropolitano	93
Tabela 11: população e aglomerados subnormais	96
Tabela 12: Crescimento populacional em Nairóbi	103
Tabela 13: População por divisão administrativa	104
Tabela 14: Instalações para defecação por lar	106
Tabela 15: Serviços formalizados de água e esgoto no Quênia.....	107
Tabela 16: Mananciais e estruturas para abastecimento de água.....	109
Tabela 17: Evolução da população de Budapeste.....	120
Tabela 18: Índices obre prestação de serviços de água e esgoto	123
Tabela 19: Tipo de serviço de água e esgoto por domicílio.....	124
Tabela 20: Atendimento da Fővárosi Vízművek por município e por tipo de serviço.	126
Tabela 21: Funcionários entrevistados	131
Tabela 22: Classificação dos resultados finais de cada atributo	133
Tabela 23: Resultado do requisito 1a – Partilha do Conhecimento	135
Tabela 24: Resultado do requisito 1b – Plantas e Acervo Técnico.....	136
Tabela 25: Resultado do requisito 1c – Localização das Estruturas.....	137
Tabela 26: Resultado do requisito 1d – Gestão da Qualidade (Projetos e Processos).....	139
Tabela 27: Resultados para o atributo 1 - Disponibilidade de Informação	140
Tabela 28: Resultado do requisito 2a – Investimentos em Digitalização	142
Tabela 29: Resultado do requisito 2b – Desenhos Técnicos Digitais.....	143
Tabela 30: Resultado do requisito 2c - Conhecimento Digital	144
Tabela 31: Resultado do requisito 2d – Campanhas de Digitalização.....	146
Tabela 32: Resultados para o atributo 2 - Digitalização	146
Tabela 33: Resultado do requisito 3a – Cidade e Uso do Solo.....	148
Tabela 34: Resultado do requisito 3b – Topografia e Hidrografia.....	150
Tabela 35: Resultado do requisito 3c – Áreas Irregulares e Favelas	151
Tabela 36: Resultado do requisito 3d – Estruturas Subterrâneas.....	153
Tabela 37: Resultados para o atributo 3 – Mapa de Base	154
Tabela 38: Resultado do requisito 4a – Camadas e Campos	156
Tabela 39: Resultado do requisito 4b – Padronização	157
Tabela 40: Resultado do requisito 4c – Indexação	158
Tabela 41: Resultado do requisito 4d – Topologia	160
Tabela 42: Resultados para o atributo 4 – Modelagem Geoespacial	161
Tabela 43: Resultado do requisito 5a – Metadados	163
Tabela 44: Resultado do requisito 5b – Software/Serviço.....	164
Tabela 45: Resultado do requisito 5c – Capacitação Geo	166

Tabela 46: Resultado do requisito 5d – Precisão Geoespacial.....	167
Tabela 47: Resultado do requisito 5e – Estruturas de Água e Esgoto.....	170
Tabela 48: Resultados para o atributo 5 – Dados Geoespaciais.....	171
Tabela 49: Resultado do requisito 6a – Direitos do Usuário.....	173
Tabela 50: Resultado do requisito 6b - Participação dos funcionários	174
Tabela 51: Resultado do requisito 6c – Edital / Termo de Referência	176
Tabela 52: Resultado do requisito 6d – Avaliação Financeira	178
Tabela 53: Resultados para o atributo 6 – Sistema de Informações Geográficas	179
Tabela 54: Resultado do requisito 7a – Alternativas Locacionais	181
Tabela 55: Resultado do requisito 7b – Análise Ambiental	183
Tabela 56: Resultado do requisito 7c – Atendimento ao Cliente	185
Tabela 57: Resultado do requisito 7d – Atributos das redes	186
Tabela 58: Resultado do requisito 7e – Perdas Hídricas	188
Tabela 59: Resultados para o atributo 7 - Análise Espacial Simples	189
Tabela 60: Resultado do requisito 8a – Geocodificação	191
Tabela 61: Resultado do requisito 8b – Modelagem Hidráulica	193
Tabela 62: Resultado do requisito 8c – Ferramentas e Frameworks.....	194
Tabela 63: Resultado do requisito 8d – Fluxo e atualização dos dados	196
Tabela 64: Resultado do requisito 8e – Sistema SCADA	198
Tabela 65: Resultados para o atributo 8 - Automação.....	199
Tabela 66: Resultado do requisito 9a - Codificação	201
Tabela 67: Resultado do requisito 9b - Interoperabilidade	202
Tabela 68: Resultado do requisito 9c – Integração de Sistemas Corporativos	204
Tabela 69: Resultado do requisito 9d – Integração do SIG.....	206
Tabela 70: Resultados para o atributo 9 - Integração de Sistemas.....	207
Tabela 71: Resultado do requisito 10a – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.....	209
Tabela 72: Resultado do requisito 10b – Especialistas em Geomática	210
Tabela 73: Resultado do requisito 10c – Publicações Técnicas e Acadêmicas.....	212
Tabela 74: Resultado do requisito 10d – Equipamentos de Alta Tecnologia	213
Tabela 75: Resultados para o atributo 10 – Análise Espacial Complexa	214
Tabela 76: Resultado do requisito 11a – Partilha de Dados Geoespaciais.....	216
Tabela 77: Resultado do requisito 11b – Provedor de Dados Geoespaciais	218
Tabela 78: Resultado do requisito 11c – Segurança Cibernética	219
Tabela 79: Resultado do requisito 11d – Acesso ao SIG Corporativo	221
Tabela 80: Resultado do requisito 11e – Formalização da Partilha de Dados Geoespaciais .	222
Tabela 81: Resultados para o atributo 11 – Integração de Sistemas Externos	223
Tabela 82: Resultado do requisito 12a – Relatório de Sustentabilidade	225
Tabela 83: Resultado do requisito 12b – Base de Dados dos Clientes	226
Tabela 84: Resultado do requisito 12c – Interrupção/reestruturação de redes.....	228
Tabela 85: Resultado do requisito 12d – Publicação Cartográfica	230
Tabela 86: Resultado do requisito 12e – Visita Técnica em Estruturas	232
Tabela 87: Resultados para o atributo 12 – Transparência e Comunicação.....	233
Tabela 88: Resultado do requisito 13a – SIG Participativo	234
Tabela 89: Resultado do requisito 13b – Consulta Popular	236
Tabela 90: Resultado do requisito 13c – Participação Popular de Áreas Irregulares.....	238
Tabela 91: Resultado do requisito 13d – Uso Racional da Água.....	240
Tabela 92: Resultados para o atributo 13 – Cidadão Participativo	241
Tabela 93: Resultado final: requisitos e atributos	242
Tabela 94: Resultado final – análise dos atributos, com valores.....	244
Tabela 95: Resultado final – análise simplificada dos atributos, sem valores	244

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Esquema Vertical.....64

Gráfico 2: Histórico de produção e venda de água em Budapeste 125

Lista de siglas

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACEA – *Azienda Comunale di Ambiente ed Energia*

ANA – Agência Nacional da Águas

APP – *Application*

ARCE - Agência Reguladora do Estado do Ceará

ARFOR - Agência Reguladora de Fortaleza

BA - Bahia

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIM - *Business Information Management*

BKSZTT - *Budapest Központi Szennyvíztisztító* (ETE Central de Budapeste)

CAD – Computer Aided Design

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará

CAP - *Companies Act*

CASA - Comissões de Acompanhamento Socioambiental

CE - Ceará

CIEE - Centro de Integração Empresa-Escola

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

CPR – Centro de Pesquisa em Reuso

Cr - Cromo

DPC - *Decade Programme on Capacity Development*

DEWA - *Dubai Electricity and Water Authority*

DMC - Distrito de Medição e Controle

.dwg - *Drawing*

EAD – Educação a Distância

EIA- Estudo de Impacto Ambiental

EMBASA - Empresa Baiana de Saneamento

EPC - Estação de Pré-Condicionamento

ERP - *Enterprise Resources Planning*

ESRI - *Environmental System Research Institute*

ET-ADGV - Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

Fe - Ferro

FIDESZ – *Fiatal Demokráták Szövetsége* (Associação dos Jovens Democratas)

FV - *Fővárosi Vízművek* (Serviços de Água de Budapeste)

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

GAP - Galeria de Águas Pluviais

GECOQ - Gerência de Controle de Qualidade

GEEs – Gases de Efeito Estufa

GEFAR - Gerência de Faturamento

GEPED - Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento

GML - *Geographic Markup Language*

GPS – *Global Positioning System*

GTI - Grupo de Trabalho Interministerial

HIV - *Human Immunodeficiency Virus*

hm³ – hectômetro cúbico (equivalente a 1.000.000m³)

IAWD – *International Association of Water Supply Companies in the Danube River Area*

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE - Infraestrutura de Dados Espaciais

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

ISO - International Standardization Organization

JICA – *Japanese International Cooperation Agency*

JKUAT - *Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology*

JPG – *Joint Photographic Expert Group*

KANU - *Kenya National African Union*

KCA - *Kikuyu Central Association*

KES - *Kenyan Shillings*

KICC - *Kenyatta International Conference Centre*
KLFA - *Kenya Land and Freedom Army*
KNBS - *Kenya National Bureau of Statistics*
KSH - *Központi Statisztika Hivatal* (Agência Central de Estatística)
LIDAR - *Light Detection and Ranging*
LIS - *Laboratory Information System*
m - metro
 m^3 – metro cúbico
MCMV - *Minha Casa Minha Vida*
MDE - *Modelo Digital de Elevação*
MDT - *Modelo Digital de Terreno*
MFA - *Mobile Field Assistant*
MIR - *Műszaki Információs Rendszer* (Sistema de Informações de Engenharia)
MIRTUSZ - *Központi Munkairányító Rendszer* (Sistema Central de Orientação de Tarefas)
Mn - Manganês
NASA – *National Aeronautics and Space Administration*
NCWSC - *Nairóbi City Water and Sewerage Company*
NEMA - *National Environment Management Agency*
OAIS - *Open Archival Information System*
OGC - *Open Geospatial Consortium*
OMS – *Organização Mundial da Saúde*
ONU – *Organização das Nações Unidas*
OS - *Ordem de Serviço*
OSM - *Open Street Map*
Pb - Chumbo
PC – *Personal Computer*
PDF – *Portable Document Format*
PDI - *Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*
PDPFor- *Plano Diretor Participativo de Fortaleza*
PHO - *Public Health Ordinance*
PIB - *Produto Interno Bruto*
PLANSAB – *Plano Nacional do Saneamento Básico*
PMSB - *Plano Municipal de Saneamento Básico*
PNUMA - *Programa das nações unidas sobre o meio ambiente*

PPGIS - *Public Participatory Geographic Information System*

PR - Paraná

PUB - *Public Utilities Board*

RMF - Região Metropolitana de Fortaleza

RNA – Redes Neurais Artificiais

ROI - Return of Investment

RWE - *Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk* (Companhia Elétrica do Reno Westfália)

R\$ - real brasileiro

SAAE - Sistema Autônomo de Água e Esgoto

SAAGEC - Serviço Autônomo de Água e Esgoto do Ceará

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SANEPAR - Companhia de Saneamento Básico do Estado do Paraná

SAP - *Systemanalyse und Programmentwicklung* (Análise de Sistema e Desenvolvimento de Programa)

SCADA - *Supervisory Control and Data Aquisition*

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SGDB - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SGQ - Sistema de Gestão de Qualidade

.shp - *Shapefile*

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SMS - *Short Message Service*

SNIS – Sistema Nacional de Informações do Saneamento

SP - São Paulo

SUHI - *Surface Urban Heat Island Intensities*

TI - Tecnologia da Informação

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

TR - Termos de Referência

UASB - *Upflow anaerobic sludge blanket*

UE - União Europeia

UECE - Universidade Estadual do Ceará

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UN - Unidade de Negócio

UN - *United Nations*

UNBME - Unidade de Negócio da Bacia Metropolitana

UNMPA - Unidade de Negócio Metropolitana de Produção e Macrodistribuição de Água

UNMTE - Unidade de Negócio Metropolitana de Macrocoleta e Transporte de Esgoto

UNMTL - Unidade de Negócio Metropolitana Leste

USAID - *United States Agency for International Development*

US\$ - dólar americano

VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado

VGI - *Volunteer Geographic Information*

W - Watt

WASREB - *Water Service Regulatory Board*

WFS - *Web Feature Service*

WMS - *Web Map Service*

WRF - *Weather and Research Forecasting*

XML - *Extended Markup Language*

ZEIS - Zonas Especiais de Interesse Social

Resumo

Introdução: Na Agenda do Desenvolvimento Sustentável da ONU (2015), reiterou-se que dados e informações em meio digital e de fácil compartilhamento podem contribuir positivamente no alcance das metas e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs). O 6º ODS (água e saneamento para todos) estabelece a universalização dos serviços de água e esgoto e propõe indicadores, cujo monitoramento e alcance depende de dados e informações de qualidade com constante atualização. Dentre elas, destacam-se as informações geográficas, que revelam características de objetos e de fenômenos por meio do georreferenciamento e que vêm sendo gradativamente produzidas e empregadas em tais serviços.

Objetivos: 1. Concepção de um método para órgãos responsáveis por serviços de água e esgoto em áreas metropolitanas, para verificar o grau de atendimento a requisitos relacionados ao uso e gestão de informações geográficas e orientar alternativas para melhoria, considerando-se a gestão organizacional das companhias e o contexto local/regional onde atuam. 2. Realizar estudo de três casos de companhias de água e esgoto em diferentes contextos internacionais, para verificar a aplicabilidade do método concebido.

Métodos: 1 – Levantamento bibliográfico com abrangência global para suporte teórico e levantamento de questões; 2 – Elaboração de roteiro semiestruturado, com 56 requisitos de múltiplas respostas, de relevâncias direta ou indireta ao tema “informações geográficas”; 3 – Visitas técnicas em três órgãos de serviços de água e esgoto em metrópoles de três continentes distintos (Fortaleza – CE, Nairóbi – Quênia e Budapeste – Hungria), e aplicação do roteiro mediante entrevistas, com profissionais das companhias; 4 – Análise crítica e comparativa das respostas em conjunto, para cada requisito e atributo.

Resultados: As três companhias apresentaram grandes disparidades em índices de atendimento dos serviços de água e esgoto, bem como em outros indicadores socioeconômicos, o que também se refletiu no atendimento dos requisitos, enquanto outros requisitos se mantiveram estáveis apesar das disparidades. Como recomendação sugere-se que o método da pesquisa possa ser aplicado em companhias do tipo para dar suporte ao cumprimento do 6º ODS em diferentes locais do mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência das Informações Geográficas; Sistema de Informações Geográficas; Saneamento Básico; Saúde Global; Análise de Requisitos.

Abstract

Introduction: The Sustainable Development Agenda of the UN (2015) emphasized that digital data and information easily shareable might contribute positively on reaching the Sustainable Development Goals (SDGs). The SDG 6 (water and sanitation for all) states universalized services of drinkable water and sewerage and proposes indexes, from which monitoring and success depend on high quality data and information, constantly updated. From those, geographic information is highlighted by revealing features about objects and events through georeferencing and they are gradually created and applied in such services.

Goals: 1. Conception of a method for water and sewerage utilities in metropolitan areas, to verify the range on achieving requirements related to geographic information use and management and guideline improvements, considering organizational management and local/regional contexts where they work. 2. Accomplish three cases of water and sewerage utilities in different international contexts, to verify the applicability of the conceived method.

Methods: 1 – Consulting literature worldwide for theoretical support and conception of questions and issues; 2 - Elaborate a semi structured script with 56 requirements of multiple answers, directly or indirectly related to the topic “geographic information”; 3 – Technical visits in three water and sewerage utilities in metropolitan areas of different continents (Fortaleza – Brazil, Nairobi – Kenya and Budapest – Hungary) and apply the script through interviews with their employees; 4 – Critical analysis and comparison of results for each requirement and attribute

Results: The three utilities showed up a high disparity on indexes of water and sewerage services availability for their population, and also on socioeconomical indexes, which reflected on how they could achieve the requirements, meanwhile other requirements had similar results even with such differences. As an advice, the research method could be applied in water and sewerage utilities worldwide to support the 6th SDG.

PALAVRAS-CHAVE: Geographic Information Science; Geographic Information System; Sanitation; Global Health; Requirement Analysis.

1. O desafio global dos serviços de água e esgoto

O Saneamento Básico está em pauta atualmente nas políticas públicas, na mídia e na conversa entre pessoas dos mais diversos níveis sociais. Para introduzir o assunto, comecemos pelo entendimento da legislação brasileira, a lei federal n. 11.445/2007 (Política Nacional do Saneamento Básico), define-o por:

Conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável (...), esgotamento sanitário (...), limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (...) e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Embora atualmente o conceito venha progressivamente se expandindo, transformando o “saneamento básico” em “saneamento ambiental”, tratando de questões que vão além da descrita na lei, como a poluição atmosférica, contaminação de solo, os quais também influenciam na qualidade dos corpos d’água, nesta pesquisa, serão tratadas somente as atividades relacionadas aos serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário. Esses dois serviços, também expressos resumidamente por serviços de “água e esgoto”, fazem parte de um contexto maior que envolve o uso dos recursos hídricos, sendo este um recurso pertencente ao meio ambiente. Na Figura 1, é exemplificado um esquema macrocontextual desses serviços, o que envolve a necessidade de diálogo entre os profissionais das áreas apontadas para que ações e medidas tenham convergência em prol de benefícios para demais questões socioambientais que desafiam a qualidade de vida da sociedade.



Figura 1: Escalas dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Considerando-se o nível tecnológico em que nos encontramos hoje em dia, ANDREOLI et al. (2012) afirmam que o saneamento básico é considerado um pré-requisito para a urbanização, pois o cotidiano das pessoas é diretamente influenciado pelas condições de oferta desses serviços, pelo conforto representado pela disponibilidade de água nas residências, na coleta e no tratamento dos esgotos, resíduos sólidos, do manejo de águas pluviais, pela segurança contra as cheias, etc.

A ausência ou ineficiência de serviços de saneamento em áreas urbanas podem aumentar seriamente o risco de epidemias, principalmente aquelas vinculadas à má qualidade da água e à elevada presença de patógenos na água ingerida, seja nos corpos d'água ou na água subterrânea situada próximo às habitações. De acordo com a Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR (2015)¹, algumas das doenças relacionadas à falta de saneamento são as seguintes: amebíase; ancilostomíase; ascaridíase; cisticercose; cólera; dengue; diarreia; disenterias; elefantíase; esquistossomose; febre amarela; febre paratifoide; febre tifoide; giardíase; hepatite; infecções na pele e nos olhos; leptospirose; malária; poliomielite; teníase e tricuriase. Em mesmo tom, a Organização Mundial da Saúde (OMS apud ONU 2015:B) afirma que, quando os efluentes de esgoto urbanos não são tratados, é possível encontrar neles pelo menos 34 patógenos diferentes dentre vírus, bactérias, protozoários e vermes parasitários.

Essas doenças são comumente relacionadas a países e a áreas urbanas ou rurais com população de baixa renda, visto que as áreas e países de alta renda contam com sistemas de água e esgoto suficientemente adequados para abastecimento de água potável e coleta de esgoto para afastamento dos efluentes sanitários, por meio de tecnologias de tratamento, redes de tubulação que atendem à maior parte ou totalidade das populações urbanas, ou então com tecnologias específicas para áreas isoladas, como costuma ocorrer em áreas rurais e pequenas comunidades.

Para que seja alcançada a universalização da água e esgoto nas cidades, ou seja, o atendimento pleno das populações e o tratamento adequado da água para abastecimento e dos efluentes desse sistema, são necessários investimentos, equipes profissionais, tecnologias e gestão, de modo a cumprir com qualidade e durabilidade os serviços. Este teoricamente é o desejo das companhias de saneamento, do poder público e principalmente dos cidadãos pelo mundo. No entanto, muitos podem ser os motivos para a lentidão ou mesmo retrocessos no

¹ http://educando.sanepar.com.br/ensino_medio/doen%C3%A7as-relacionadas-com-falta-de-saneamento. Acesso em 24/03/2015.

alcance desse objetivo, tais como:

- Falta de verbas e investimentos para o setor;
- Desperdício, desvio de recursos e corrupção;
- Ausência desta pauta como prioridade do poder público ou de reivindicações dos cidadãos;
- Poluição ambiental e dificuldades em implantar projetos de Educação Ambiental;
- Questões legislativas e desentendimentos de natureza jurídica entre as partes interessadas;
- Ocupações irregulares e dificuldade de implantação de infraestruturas em geral nesses locais.

A forma como as iniciativas propulsoras na melhoria do saneamento e os entraves desafiadores devem ser identificados nos projetos do setor, prevendo-se aproveitamento da infraestrutura existente ou melhoria desta, a valorização do capital humano e aquisição e aplicação de conhecimento para se enfrentar as dificuldades com aproveitamento dos recursos e processos, de modo a garantir inclusão social por meio da universalização desses serviços. O convencimento político, as alternativas técnicas viáveis e transparência para garantia da confiança e apoio popular nas ações também são elementos necessários.

1.1. Abastecimento e esgotamento sanitário no Brasil

No país, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) passou a contabilizar o acesso das populações urbana e rural aos serviços de saneamento, de modo a dar diretrizes na elaboração de diagnóstico e nas tomadas de decisão sobre projetos e investimentos, bem como monitorar ao longo do tempo os resultados desses e as consequentes melhorias nos indicadores. Além disso, o país conta com o Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS), o qual agrega e divulga anualmente, desde 1995, informações específicas a respeito da operação e gestão dos sistemas de água e esgoto nos municípios brasileiros. Quanto à gestão da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, há outros órgãos complementares no que tange à aquisição de informações mais específicas como a Agência Nacional de Águas (ANA), o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), bem como órgãos estaduais e municipais de recursos hídricos e meio ambiente.

No Brasil, cerca de 160 milhões de pessoas (80%) são atendidas com rede pública de abastecimento de água², por meio de rede de tubos que juntas somam 571.433 km de comprimento, enquanto que 91 milhões (45%) são atendidos com esgotamento sanitário por redes que somam 267.329 km (BRASIL, 2014)³. Tendo em vista que o acesso à água potável era prioridade de investimento para melhoria nos índices de saúde pública em especial a partir de 1969 com o lançamento do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), os sistemas de esgotamento ficaram inicialmente em segundo plano por fornecerem menores melhorias nesses índices em curto prazo com relação ao abastecimento. No entanto, ao longo do tempo, a limitação ou ausência desses acabou por provocar poluição ambiental nos recursos hídricos, bem como agravou os riscos sanitários às populações próximas a corpos d'água receptores de efluentes, sobretudo nas áreas mais pobres ou de infraestrutura precária.

Apesar dos avanços na qualidade de vida urbana com os serviços de saneamento, não são todas as populações que possuem acesso pleno a eles. A respeito da realidade no Brasil, OLIVEIRA (2008) afirmou que os sistemas de água e esgoto nas cidades e o uso desigual dos recursos disponíveis costumam estar acima da universalidade de direitos, evidenciando-se por processos de exclusão e de reprodução de desigualdades sociais no próprio espaço urbano. O mesmo contexto se repete com frequência em países de condições socioeconômicas semelhantes ao Brasil, e a proporção é tendencialmente maior em países mais pobres.

A disparidade geográfica dos serviços de saneamento também ocorre nas diferentes regiões do país. Conforme a Tabela 1, nota-se maiores alcances da região Sudeste no percentual do esgoto coletado em relação às demais regiões, principalmente a região Norte, cuja coleta de esgoto urbano não ultrapassa 10%.

Atualmente, o Brasil enfrenta ainda grandes dificuldades na melhoria e ampliação dos serviços de água e esgoto. No Atlas do Saneamento (IBGE, 2011), alguns importantes aspectos no país foram relevados:

- Houve aumento no volume diário de água *per capita* distribuído nas redes de abastecimento no país quando comparados com dados de 1989, 2000 e 2008. Neste último ano a média foi de 320 l/hab/dia (consideradas as perdas durante a distribuição);
- 78,3% dos municípios estavam de alguma forma investindo em melhorias no

² Nesse cálculo, não foram consideradas as populações que se abastecem por sistemas isolados e de pequeno porte, não necessariamente cadastrados nos órgãos reguladores de recursos hídricos.

³ Dados obtidos do SNIS, 2013.

processo de abastecimento de água;

- Entre 2000 e 2008, a quantidade de municípios com serviço de coleta de esgoto passou de 52,2% para 55,1%;

Tabela 1: Nível de atendimento com água e esgoto dos municípios prestadores de serviço e participantes, segundo região geográfica e Brasil.

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	IN ₀₅₅	IN ₀₂₃	IN ₀₅₆	IN ₀₂₄	IN ₀₄₆	IN ₀₁₆
Norte	52,4	62,4	6,5	8,2	14,7	85,3
Nordeste	72,1	89,8	22,1	29,3	28,8	78,1
Sudeste	91,7	96,8	77,3	82,2	43,9	64,3
Sul	87,4	97,4	38,0	44,2	35,1	78,9
Centro-Oeste	88,2	96,3	42,2	48,6	45,9	91,6
Brasil	82,5	93,0	48,6	56,3	39,0	69,4

Fonte: SNIS, 2013.

No intuito de reverter estes e outros desafios, foi desenvolvido em âmbito federal, por meio de um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) com base na Lei nº 11.445/07, o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, o qual estabeleceu diretrizes, propostas, programas, projetos e metas. Conforme relatório do ano de 2014 (Ministério das Cidades, 2015), foram estipuladas metas em curto, médio e longos prazos para os anos 2018, 2023 e 2033 com base em 23 indicadores que abrangem as quatro áreas que constituem o saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e resíduos sólidos).

Para incentivar melhorias e implantação de sistemas em áreas carentes, análises de sustentabilidade econômica em longo prazo e dos benefícios direto à população dá suporte na viabilidade e na priorização de investimentos. Sobre esse assunto, em pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental em conjunto com a consultoria GO Associados (ABES & GO Associados, 2013), foram aplicados questionários a 400 profissionais de saneamento por todo o país para identificação das principais dificuldades encontradas em investimentos no setor. Dentre as respostas, destacaram-se, em magnitude, as

seguintes:

- Inexistência de planos adequados de saneamento nas esferas municipais de governo;
- Instabilidade no ambiente político;
- Falta de cadastros confiáveis e completos;
- Ausência de estruturas de financiamento que se ajustem às necessidades de caixa do projeto;
- Editais mal elaborados, que pouco privilegiam a qualidade e fundamentos financeiros das empresas contratadas;

Na conclusão do documento, foi destacada a carência de um sistema mais robusto de informações voltado à orientação das ações do setor e suas políticas públicas, além da sugestão de que informações levantadas na Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio - PNAD (IBGE) e pelo SNIS deveriam ser integradas.

Outras áreas do mundo também passam por situações semelhantes ou mesmo mais desafiadoras que o caso brasileiro. Por outro lado, há países em que a universalização dos serviços foi alcançada, apesar de permanecerem desafios constantes como o enfrentamento de problemas relacionados às mudanças climáticas, excesso/escassez de água e poluição hídrica.

1.2. Abastecimento e esgotamento sanitário no mundo

Considerada a imensurável diversidade cultural, econômica, geográfica, climática e hidrológica das diferentes áreas e populações da Terra, é notável que os serviços de água e esgoto acompanhem essa mesma diversidade. Visto a importância do tema, a Organização das Nações Unidas (ONU), ao elaborar as Metas do Milênio (vigência entre 200 e 2015) buscou ser específica em melhorar esses serviços e o acesso a eles em escala global.

De acordo com o documento *The Millenium Development Goals Report* (ONU, 2013), cerca de 89% da população mundial possuía acesso à água potável, com o aumento total de 2,1 bilhões de pessoas com esse acesso entre 1990 e 2010, número superior aos 1,9 bilhões que foram inicialmente previstos como meta para o período. Apesar dos avanços, outras dificuldades vêm sendo afrontadas pelo mundo hoje e, possivelmente, no futuro, no que tange à gestão hídrica, conforme observações da própria ONU:

- O número de casos de cólera no mundo cresceu em 130% entre 2000 e 2010 (ONU-A, 2012);
- 80% dos efluentes no mundo não são coletados e/ou tratados (ONU-A, 2012);
- 40% da população mundial sofre de alguma forma com a escassez hídrica (ONU-B, 2012) e, em 2030, a previsão é de que esse percentual suba para 47% (ONU-A, 2012);
- 8 a cada 10 pessoas que vivem em áreas rurais não têm acesso à água potável (ONU, 2013);

A gestão de sistemas de águas e esgoto vem a contribuir com o alcance de algumas das Metas do Milênio promovidas pelas ONU, dentre as quais se destacam:

- Meta 4 - Reduzir a mortalidade infantil;
- Meta 7 – Assegurar o Desenvolvimento Sustentável:
- Meta 7.C: Diminuir pela metade, em 2015, a proporção de população sem acesso sustentável à água potável e ao saneamento básico.

A partir de 2015, a ONU adotou uma nova forma, mais ampla, de descrever os objetivos a serem alcançados pelos países, chamada de “17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)”. Dentre eles, o objetivo número 6 “*Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos*” é o que mais se aproxima da temática desta pesquisa. PRADHAN et al. (2017) complementam que o cumprimento dos ODSs não se dará individualmente e que a sua totalidade não deve ser vista como uma estrutura aditiva e sim como um sistema sinérgico de reforço. No caso, há o exemplo da correlação entre este ODS com o 3º ODS (Saúde e Bem Estar), em questões ligadas à eliminação de doenças transmitidas pela água (objetivo 3.3) e reduzir doenças provocadas pela contaminação e poluição do ar, do solo e da água (objetivo 3.9)

Além dessas metas e objetivos, o assunto foi abordado no evento “Rio + 20” realizado em 2012. Após discussões entre especialistas e políticos da área ambiental dos países colegiados à ONU, foram destacadas 283 diretrizes para atualização do documento “O Futuro que Nós Queremos⁴”. Dentre elas, 6 foram específicas ao setor de recursos hídricos e saneamento (n^{os} 119-124) as quais mencionam que, além do acesso à água potável, melhorias no controle de cheias e na coleta e tratamento de esgoto e conservação dos ecossistemas são

⁴ Tradução em inglês – *The future we want*.

necessárias para cumprir esse objetivo.

Conforme o mapa da Figura 2, os países que ainda não atingiram níveis satisfatórios de acesso da população à água potável concentram-se principalmente na África, parte do sudeste asiático, China, Mongólia e alguns países da América Latina.

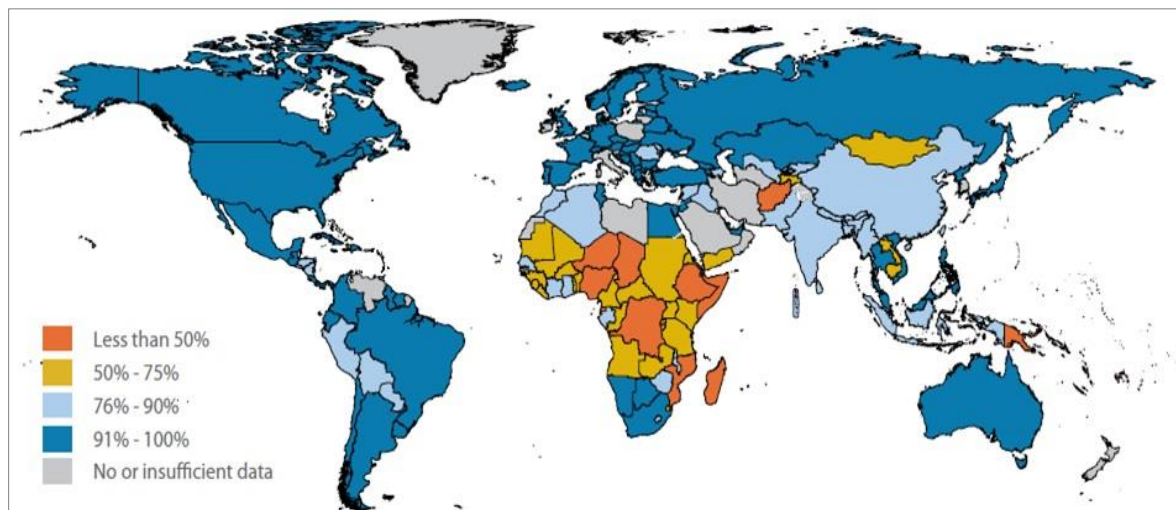


Figura 2: Percentual da população dos países com acesso à água potável.

Fonte: OMS, 2010.

Além da água potável, outro tema de preocupação em âmbito internacional é o acesso das populações a *instalações de saneamento melhoradas*⁵ que subentende o afastamento adequado de excretas e urina humanas por meio de fossas sépticas ou por rede de esgoto, com a garantia da privacidade⁶ de seu usuário no momento de uso dessa estrutura. Em 1990, somente 54% da população mundial tinha acesso a esse tipo de instalação classificada por “melhorada” e a meta desenvolvida na época foi para que se alcançasse 77% até 2010. Apesar de 2,1 bilhões de pessoas terem obtido acesso às instalações melhoradas no período, o percentual atingido da humanidade foi de 68%, tendo em vista o crescimento demográfico concomitante. Ainda, em 2015, foi informado que 82% da população urbana tem este acesso, enquanto que a população rural tem somente 52%. O total de pessoas que carecem dessas instalações é de 2,4 bilhões (ONU, 2014) e os resultados por países podem ser vistos na figura 3:

⁵ *Improved sanitation facility*, termo utilizado pela Organização Mundial da Saúde – OMS/ONU.

⁶ A falta de privacidade consiste em instalações abertas nas quais os usuários não se sentem confortáveis, além de aumentar riscos de furtos pela falta de proteção.

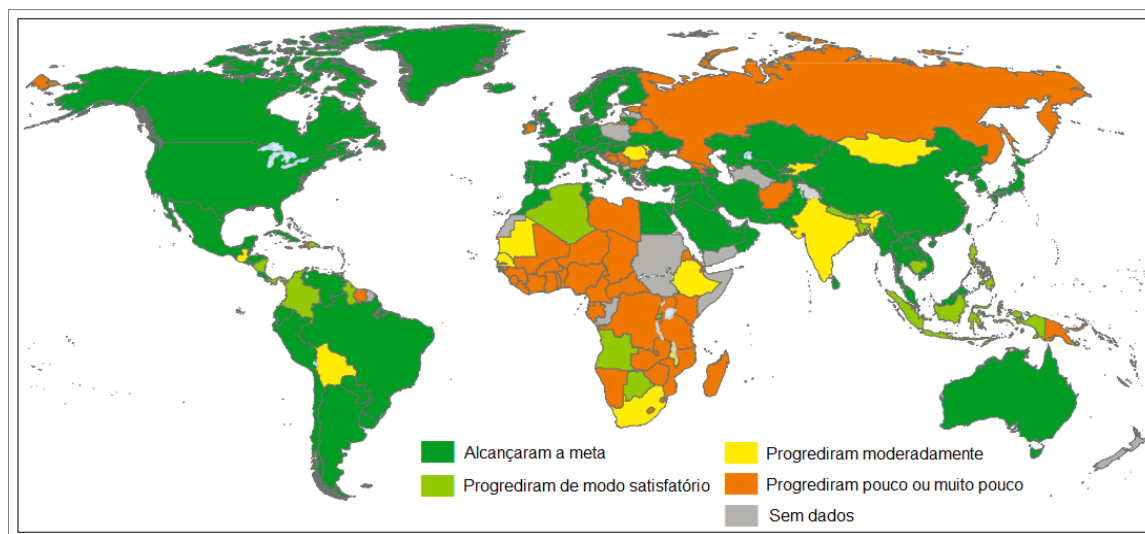


Figura 3: Situação dos países com relação à meta de 68% da população com acesso a instalações de saneamento melhoradas

Fonte: ONU, 2014

Ainda, a respeito dos serviços de esgoto, no documento *Wastewater Management – An UN Analytical Brief* (ONU, 2015), afirma-se que, apesar do avanço que houve com o acesso à água potável, a comercialização e faturamento sobre este fez com que a gestão das águas residuais fosse colocada num segundo plano, assim como ocorreu no Brasil. Uma das maneiras de se resolver essa desproporção, em relação ao atendimento dos serviços de água e de esgoto que ocorre em tantos países, é a de melhorar a gestão pública e aumentar a fiscalização sobre indústrias e ligações clandestinas (aquelas não contabilizadas, como em galerias de águas pluviais, cursos d'água e redes de drenagem). Recomenda-se no relatório que, com o apoio de legislação e das políticas locais, os serviços de esgoto poderão oferecer oportunidades de negócios e atrair maiores investimentos.

Essas são somente algumas das principais referências do saneamento em escala global. Uma vez que a escala local é priorizada, outros desafios mais profundos e específicos que estes tomam destaque, visto que o processo de melhoria e otimização do saneamento é ilimitado e que cada objetivo alcançado traz melhorias imediatas para essas populações. Helena Alegre, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal (LNEC) relatou que as metas estabelecidas na ONU não são aplicáveis ao caso dos países mais desenvolvidos, visto que elas já foram atingidas há anos. No entanto, ela afirma que mesmo assim esses países enfrentam desafios no saneamento básico como um todo, como no tratamento de

efluentes, coleta e reciclagem de resíduos sólidos e controle de enchentes.⁷

1.3. A Saúde Global e um novo paradigma para a água e esgoto

Na globalização contemporânea, a forma, o conteúdo, o ritmo, a velocidade e as consequências que fluxos de informações, de pessoas e de produtos, assim como impactos ambientais ou mesmo epidemias têm trazido para os territórios e populações que têm desafiado a compreensão do meio acadêmico e dos cidadãos de modo geral, dadas as proporções em qual tal fenômeno vem ocorrendo. Devido à sua importância e complexidade, mais indivíduos vem se propondo a se conscientizar globalmente sobre determinados fenômenos, visto as aceleradas transformações que ocorreram nas últimas décadas quanto ao deslocamento de pessoas, objetos e informação.

A essência e o nascimento institucional dos serviços de água e esgoto surgiram com o princípio de minimizar riscos à saúde pública para as populações, visto que a má qualidade da água pode provocar direta ou indiretamente diversas doenças. Uma vez que em várias áreas do globo doenças que antes eram comuns, como a cólera e a diarreia, foram radicalmente reduzidas, a Saúde Pública e o Saneamento passaram a se tornar conhecimentos e técnicas mais específicas e distintas entre si. Apesar disso, ambos são temas igualmente envolvidos na globalização contemporânea e, para a compreensão desses na escala maior da Geografia, esforços vem sendo envidados na compreensão dos atores, ações, influências, redes, contextos, causas e consequências que resultam na realidade presente.

No meio científico, o termo *Saúde Global* vem emergindo como corpo de conhecimento, pois com a maior disponibilidade de dados e informações, assim como o maior engajamento entre pesquisadores e instituições de diversos países, a escala global passou a ser concebível e tangenciada como objeto de estudo.

Na visão de KICKBUSCH (2002), a Saúde Global nasce de uma evolução do conhecimento anteriormente nomeado de Saúde Internacional, o qual primeiramente indicava um fluxo de recursos e conhecimento dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento. Aprofundando-se no conceito do *global*, nota-se uma ruptura com a ideia deste se tratar somente das questões que transitam entre países, levando a uma dimensão

⁷ Palestra ministrada no XVII Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SILUBESA) no dia 06 de junho de 2016 em Florianópolis – SC.

descentralizada ao considerar que existem questões comuns entre eles e que se manifestam de diferentes modos, sublimando-se a hierarquia geopolítica ou geoeconômica que possa haver entre eles. A autora, em sua definição, conclui que a Saúde Global busca explorar a emergência de valores baseados em novas agendas e relações quando a saúde se torna um componente essencial para a expressão da cidadania global. Sendo assim, esse conhecimento pode construir uma crescente conscientização de que a saúde é um recurso valioso, um direito humano básico e um bem público global que precisa ser protegido e promovido pela comunidade global.

Nas palavras de KOVATS & BUTLER (2012), a Saúde Global se refere às questões da saúde que transcendem as fronteiras nacionais cujas soluções demandam a cooperação nacional, seja para prevenção ou para cuidados clínicos. Dentre tais questões, alerta-se sobre as consequências das mudanças climáticas e ambientais que vêm ocorrendo no mundo e como elas podem refletir na saúde pública nos diferentes países e contextos. Tratando-se ainda, de questões que tangenciam diretamente os serviços de saneamento básico, os autores comentam que a inacessibilidade à água potável tem causado cerca de 2,4 milhões de mortes de crianças por ano no mundo.

Para FORTES & RIBEIRO (2014), a Saúde Global como corpo de conhecimento envolve o ensino, a prática e a pesquisa de questões e problemas de saúde supraterritoriais que extrapolam as fronteiras geográficas nacionais. A respeito da diversidade de visões entre as partes, os autores ressaltam a necessidade de um reforço de uma ética em Saúde Global e de uma abertura para novos temas de pesquisa focados na urgência de dividir e resolver os problemas complexos e conjuntos da humanidade, destacando-se assim os princípios de respeito à diversidade humana, justiça social e equidade e ampliação da autonomia das pessoas e dos povos.

Assim, quando se diz que a Saúde Global tem como um dos principais objetivos garantir o acesso equitativo à saúde em todas as regiões do mundo, os serviços de água e esgoto não podem ser negligenciados, sobretudo às populações que não possuem acesso adequado a esses. Quanto à manifestação da Saúde Global numa abordagem escalar, é possível identificá-la no global e no local, respectivamente pelas seguintes formas:

- **Global:** Analisar e buscar soluções para os problemas de saúde pública, epidemias ou mesmo poluição e danos ambientais que transcendam fronteiras, como o caso das ações de vigilância sanitária em fronteiras (bem como aeroportos, portos, etc.) ou os

acordos transnacionais para se evitar a infecção ou contaminação de indivíduos, animais, plantas, objetos e resíduos;

- **Local:** Abordar questões de saúde pública que atuam na escala local que, no entanto, se manifestam em diversas partes do globo sob determinado padrão, considerando-se as distinções da manifestação e soluções encontradas conforme o contexto político, socioeconômico, ambiental e geográfico.

Ambos são aplicáveis para um trabalho que tem os serviços de água e esgoto como principal pauta. Para o objeto da pesquisa, tornou-se necessário compreender a influência dos acordos de cooperação internacional, repasse de investimentos e participação dos bancos, instrução e qualificação da mão-de-obra, troca de tecnologias, consórcios internacionais para projetos, deslocamento transnacional de grupos de trabalho, abertura de filiais da indústria de saneamento em outros países, compartilhamento de informações via web, criação de padrões e de regulamentação para a gestão de recursos hídricos e sistemas de saneamento, cooperação acadêmica, dentre outras iniciativas que posicionam o saneamento no âmago da Saúde Global. O efeito de tais ações traz consequências para as realidades locais, desde o acesso do cidadão comum aos serviços, às oportunidades de concepção e execução de projetos e serviços para as empresas e governos.

Tendo em vista a necessidade de incremento econômico no desenvolvimento de projetos de saneamento, há de se notar os benefícios trazidos por tais investimentos às populações atendidas e a sustentabilidade financeira dessa atividade de modo a torná-la viável e atrativa. De acordo com o INSTITUTO TRATA BRASIL & FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV (2010), esses investimentos trazem retornos como a diminuição de infecções intestinais e gastrointestinais e, conseqüentemente, diminuição de gastos com serviços de saúde e diminuição da ausência de trabalhadores devido a tais enfermidades, além de trazer outros benefícios como valorização imobiliária, aumento de produtividade e oferta de empregos e diminuição da evasão escolar. Na visão da OMS, a cada US\$ 1,00 investido em água e esgoto, economiza-se US\$ 9,00 em serviços de saúde e, em estudo feito em 2006 na Índia, notou-se que a gestão inadequada desses serviços estava provocando perda de aproximadamente 6,4% do PIB do país, envolvendo questões como falta de acesso a água potável e esgotamento sanitário precário e falta de conhecimento da população sobre a importância de se lavar as mãos.⁸

⁸ <http://www.searo.who.int/mediacentre/features/2014/the-health-and-economic-cost-of-poor-sanitation/en/>:

Considerando-se a necessidade de parcerias no processo de melhorias desses serviços, alguns casos dessa dinâmica foram selecionados para exemplificar a ocorrência desse fenômeno em escala global e multilateral, datados a partir do ano de 2010:

- A Tanzânia, além de contar com investimentos do Banco Mundial e outras instituições para financiamento em projetos de água e esgoto, recebeu em 2015 da Índia investimento de US\$ 100 milhões para melhorar o sistema de abastecimento da capital Dar Es Salaam e mais US\$ 280 milhões para aumentar a transferência do Lago Victoria para o abastecimento de cidades como Tabora, Nzega e Igunga⁹.
- Em 2011, a Agência Internacional de Cooperação do Japão¹⁰ investiu 17,430 bilhões de ienes¹¹ em 18 diferentes projetos de abastecimento de água, principalmente em países asiáticos e africanos, sendo que este foi o terceiro maior montante de investimento dentre 31 categorias de projetos de interesse público propostos pela Agência. Vale lembrar que esse investimento inclui a capacitação técnica de profissionais desses países no Japão bem como a visita de profissionais japoneses neles (JICA, 2012);
- A Agência de Cooperação Internacional da União Europeia no ano de 2010 aprovou um orçamento de 67 milhões de euros para reabilitação e implantação de nova infraestrutura para abastecimento de água e esgotamento sanitário na cidade de Batumi e região, na Geórgia. Foram instalados 37.000 hidrômetros, inclusive individuais para apartamentos, de modo que o consumo pudesse ser medido e houvesse maior controle do desperdício de água¹².
- Em 2013, foi criado o *Water Program* do Rio Danúbio por meio de uma parceria entre o Banco Mundial, a *International Water Supply Companies in the Danube River Catchment Area* (IAWD). Desde esse ano, vem sendo realizadas atividades conjuntas entre os países integrantes da bacia

Acesso em 10/10/2018.

⁹ *India supporting water supply improvement in Dar es Salaam*. Water 21 Magazine. International Water Association – IWA. Abril de 2015, p.5.

¹⁰ *Japanese International Cooperation Agency* (JICA)

¹¹ Aproximadamente US\$ 225 milhões, no mesmo ano indicado.

¹² Informação obtida no link: http://ec.europa.eu/europeaid/blending/water-supply-and-sewage-batumi-and-surrounding-villages_en , em 05/08/2016.

hidrográfica¹³ com quatro objetivos: melhoria da competitividade, troca de conhecimento, capacitação e serviços de consultoria. Ainda, foi criada uma base de dados comum de informações sobre recursos hídricos e saneamento da bacia, disponível no link¹⁴ da instituição.

- Em maio de 2016, o Estado de São Paulo assinou acordo com o governo da Austrália para a cooperação científica e tecnológica na gestão dos recursos hídricos, dentre outros assuntos. Neste período, houve diálogos entre governantes, cientistas e empresários de ambos os países para ampliação de parcerias em assuntos como uso racional da água, controle de perdas e despoluição de corpos d'água¹⁵.

É necessário observar que a abordagem da diversidade do mundo como uma unidade num objeto de estudo requer uma ampliação de sua visão que raramente é encontrada em detalhes na bibliografia. A mudança de paradigma proposta pela Saúde Global concede aos interessados o dever de compreender aquilo que é essencial, aplicável, adaptável e desapegado de condições geográficas e socioeconômicas específicas, cujo objetivo seja a melhoria da qualidade de vida humana e condições sanitárias da comunidade global. Para isso, é necessária uma visão minuciosa dos serviços de saneamento básico, da base de ações e da infraestrutura fundamental para atendimento das populações.

1.4. Tecnologia, capacitação e informação para os serviços de água e esgoto

A oferta dos serviços de água e esgoto passa por tomadas de decisão e pela promoção de ações proporcionais aos problemas enfrentados. No entanto, raramente, um problema pode ser resolvido de uma única maneira, cabendo aos responsáveis técnicos e institucionais a escolha mais apropriada de solução dentre as alternativas existentes e acessíveis.

O abastecimento indica o processo que ocorre da captação de água dos mananciais até o consumidor final, enquanto a segunda etapa (esgotamento sanitário) consiste na coleta do efluente (água residuária) dos consumidores até o seu lançamento de volta aos recursos hídricos. Neste percurso, a água pode passar por várias estruturas e equipamentos hidráulicos

¹³ Alemanha, Áustria, República Tcheca, Eslováquia, Hungria, Eslovênia, Croácia, Bósnia – Herzegovina, Kosovo, Sérvia, Albânia, Macedônia, Bulgária, Romênia, Moldávia e Ucrânia.

¹⁴ Danube Water Program: <http://www.danubis.org/>.

¹⁵ *São Paulo e Austrália assinam protocolo para projetos em conjunto*. Governo do Estado de São Paulo. 10 de maio de 2016. Link de referência: <http://saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia2.php?id=245790>.

tais como: tomadas d'água, canais, adutoras, condutos, ligações (ramais), estações de tratamento de água (ETA), estações elevatórias, válvulas, estações de tratamento de esgoto (ETE). Tais estruturas se localizam em áreas urbanas bastante heterogêneas pois são necessárias em toda área atendida.

TSUTIYA (2006) comenta que no conjunto de atividades que constitui a elaboração de projetos de abastecimento público, seguidos de avaliação de alternativas, são recomendáveis as seguintes ações:

- A identificação e quantificação de todos os fatores intervenientes no sistema de abastecimento de água;
- Diagnóstico do sistema existente, considerando a situação atual e futura;
- Estabelecimento de todos os parâmetros básicos do projeto;
- Pré-dimensionamento das unidades dos sistemas, para as alternativas selecionadas;
- Estabelecimento de diretrizes gerais do projeto e estimativas das quantidades de serviços que devem ser executados na fase do projeto.
- Escolha da alternativa mais adequada mediante comparação técnica, econômica e ambiental, entre as alternativas;

No que tange a escolha de alternativas, além dos fatores técnicos, econômicos e ambientais mencionados pelo autor, existem outras variáveis que vêm sendo contempladas em tais projetos como questões sociais (desapropriação de terrenos, esclarecimentos do projeto à população, estética e beleza das estruturas e paisagens afetadas, imposição ou alteração de tarifas do serviço, melhoria sanitária do local atendido, participação social nas tomadas de decisão, etc.) e jurídicas (estabelecimento de direitos e deveres da companhia e dos usuários, normas de regulação dos serviços), dentre outras, a depender do local e população atendida.

As equipes responsáveis pela concepção e, futuramente, pela operação e manutenção dessas estruturas, exercem importante papel na análise dos fatores destacados, dadas as responsabilidades em garantir eficiência, durabilidade, segurança, e no acompanhamento mediante análise crítica das não conformidades no processo de melhoria contínua de curto e longo prazos. Cumprir com essas responsabilidades demanda qualificação e partilha do conhecimento das equipes técnicas e, inclusive, das equipes administrativas dos respectivos

responsáveis. Nesse sentido, planos de capacitação têm sido elaborados nesses órgãos em âmbito corporativo, visto a importância para o desenvolvimento das habilidades e da melhoria motivacional de seus responsáveis. Como exemplo, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) informou que R\$ 206.954,00 foram investidos em capacitação dentre os seus 4.902 funcionários no ano de 2013, incluindo-se nessa contabilidade 3.032 funcionários terceirizados (CAGECE, 2013). Além desta, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) declarou que em 2014 os seus 14.753 funcionários passaram uma média de 72 horas no ano em processos de capacitação por meio de um investimento de R\$ 11.642.000,00 (SABESP, 2014) e a Lydec (Casablanca – Marrocos) em 2013 concedeu 72.000 horas de treinamento para seus 3.500 funcionários, sendo que 50% dessas foram ministradas por profissionais internos (LYDEC, 2013).

Antes que o conhecimento seja adquirido ou aplicado, existe a necessidade da obtenção de dados e informações a respeito do objeto de estudo. Muito utilizado nas ciências da informação e suas diversas aplicações, os termos ‘dados’ e ‘informação’ podem ser conceituados de maneira distinta. Segundo DAVENPORT & PRUSAK, *dados* são um “conjunto de fatos distintos e objetivos, relativos a eventos que não dizem nada por si só” (1998, p. 2). Esta definição traz como principal elemento o fato que um dado carece de significação própria, podendo ser um registro, numérico ou qualitativo e que no caso, necessita ser contextualizado. DRUCKER definiu *informação* como “dados interpretados, dotados de relevância e propósito” (1999, p.32). Não é por acaso que a obtenção, processamento e interpretação de informações sobre projetos e operação de sistemas de saneamento são de suma importância, sendo que essa realidade pode ser representada sobre plataformas digitais de modo que profissionais possam ter uma visão sistêmica sobre estruturas e ações operacionais. Hoje, as estruturas podem estar conectadas a dispositivos acessíveis remotamente em diversas unidades para monitoramento de parâmetros e de desempenho.

Com o advento da Informática, principalmente a partir da década de 1990, houve a popularização do *Personal Computer* (PC) entre cidadãos e empresas. A empregabilidade dessa tecnologia transformou radicalmente o modo como a humanidade vem produzindo, transmitindo e representando a informação. Uma vez agregadas e articuladas entre si, as informações levaram à criação dos Sistemas de Informação, os quais armazenam, organizam e correlacionam informações computacionais para determinados objetivos. Para o Saneamento, bem como centenas de outras áreas do conhecimento e setores da economia, os sistemas de

informação podem trazer uma grande contribuição como: aceleração de processamento e transmissão de informações; previsão e planejamento de cenários; realização de cálculos em massa; visualização gráfica de informações; suporte a tomadas de decisão; dentre outros. FICARELLI & RIBEIRO (2017) apontam que, em razão do fluxo constante de capital, de pessoas e de informação, em nível interno e externo nos órgãos prestadores de serviços de água e esgoto, há necessidade de procedimentos e padrões para que o diálogo entre as partes seja compreendido numa mesma linguagem. Para a gestão de uma companhia de grande porte, é necessário um sistema de informação caracterizado por um conjunto organizado de elementos e de interações, em plataforma digital, cuja finalidade é elaborar determinada informação solicitada pelo usuário.

Considerando-se a necessidade de conhecimentos de natureza urbana, ambiental, hidrológica, estrutural, climática topográfica, demográfica dentre outros na concepção de projetos de saneamento, experimentos com o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)¹⁶ indicaram a aplicabilidade deste para o setor devido à necessidade do conhecimento global de diferentes aspectos sobre o espaço geográfico e da representação gráfica e georreferenciada de objetos e de fenômenos, para dimensionamento e avaliação de viabilidades e alternativas. Junto aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), as demais geotecnologias que auxiliam no posicionamento e na representação espacial como as imagens áreas (via satélite ou aerofotogrametria) e o sensoriamento remoto, os aparelhos de medição de coordenadas por meio dos Sistemas Globais de Navegação por Satélites como o *Global Positioning System* (GPS), os sensores ativos de radar e de laser e aplicativos de celular adequados para produzir informações georreferenciadas por meio de *geotags* têm transformado o modo como o saneamento é planejado, visualizado, gerenciado e operado, oferecendo-se abertura para novas aplicações.

O limite de uso dessa tecnologia não ocorre somente pelo acesso restrito a equipamentos, mas também pela criatividade humana no conhecimento de ferramentas e manipulação de dados. No entanto, para que sejam criadas informações geográficas fieis à realidade, compreensíveis a diferentes públicos e que sirvam de subsídio para tomadas de decisões simples ou mesmo estratégicas, cabe ao conhecedor desta técnica responder a algumas das seguintes perguntas:

- Quais dados e informações vêm sendo produzidos?

¹⁶ Ou em inglês, *Geographic Information Systems* (GIS)

- Qual é a qualidade e confiabilidade dessas informações?
- Quais outras informações poderiam ser produzidas, a partir dos dados disponíveis ou de forma independente?
- Como essas informações podem ser organizadas, articuladas, analisadas e integradas?
- E principalmente, qual a melhor forma de representar informações espaciais sobre os serviços de água e esgoto (ou quando estes estão ausentes)?

Antes dessas questões, é importante compreender como que conhecimentos de Hidrologia e Hidráulica, junto à Cartografia e a Geomática, se articulam e se aplicam atualmente como campos de conhecimento distintos que estão em constante aproximação.

1.5. A Cartografia, a Geomática e a Representação Geográfica

A Cartografia é uma técnica ancestral utilizada para que os seres humanos, por meio de desenhos, pudessem ter referências espaciais sobre objetos e fenômenos. Apesar de não ser possível constar a data em que ela foi concebida, há indícios arqueológicos de que a primeira gravura definível como “mapa” foi encontrada nas escavações de Çatalhöyük na Anatólia (território da Turquia), datada de 6.200 A.C., antes mesmo da invenção da escrita (ANAMERIC, 2008). Ao longo do tempo, a Cartografia foi incorporando tecnologias gráficas e de medição para que as representações pudessem ter maior precisão, estilo e que expressassem a riqueza das informações espaciais.

A permanência da Cartografia como técnica¹⁷ humana ao longo do tempo se justificou por ela se tornar um meio de comunicação, pelo qual diversos indivíduos pudessem visualizar a disposição e relações topológicas entre objetos e obter maior conhecimento de seu meio físico e dos fenômenos que ocorrem sobre ele. Considerando-se que, na antiguidade, os mapas eram artefatos complexos e custosos de serem elaborados e direcionados a pequenos grupos (principalmente viajantes, governantes e militares), atualmente a divulgação deles se dá por diversos meios e formas e direcionadas aos mais diversos públicos (profissional, popular, infantil, pessoas especiais, etc.).

¹⁷ Há autores que também a classificam como “arte”, pelo fato do processo criativo ocorrente na confecção dos mapas.

Dentre as aplicações da Cartografia, destaca-se sua importância para a gestão hídrica e dos serviços de água e esgoto. Os mapas sempre foram um instrumento útil para o dimensionamento e a viabilidade de projetos de infraestruturas para abastecimento público, esgotamento sanitário, controle de enchentes e irrigação e, com o avanço das tecnologias de representação espacial, centenas de outras aplicações nesse âmbito puderam ser concebidas. Resgatando-se a história do século XX, no exemplo da figura 4, é identificado um trecho do rio Tamanduateí em São Paulo-SP, para o qual foi feito um projeto de retificação em 1925.

A Era Digital revolucionou a forma de se criar, editar e relacionar dados espaciais, o que deu nascimento no início dos anos 1980 à Geomática. De acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2000), a Geomática pode ser definida como um campo de atividades que, usando uma abordagem sistemática, integra todos os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais necessários como parte de operações científicas, administrativas, legais e técnicas envolvidas no processo de produção e gerenciamento de informação espacial.



Figura 4: Projeto de canal de retificação do rio Tamanduateí (em vermelho). 1925.

Fonte: Arquivo Cartográfico da Biblioteca Nacional – Rio de Janeiro.

Uma das plataformas digitais mais comuns de se trabalhar com dados e informações espaciais são os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), os quais na concepção de

CALKINS e TOMLINSON¹⁸ (apud CHRISTOFOLETTI p. 29, 2007) são definidos da seguinte forma:

“Um sistema de informação geográfica é um conjunto integrado de programas (softwares) especificamente elaborados para serem utilizados com dados geográficos¹⁹, executando espectro abrangente de tarefas no manuseio de dados. Essas tarefas incluem o armazenamento, a recuperação e os produtos resultantes do manejo de dados, em adição à ampla variedade de processos descritivos e analíticos”.

Os SIGs atualmente encontram aplicações em muitas áreas do conhecimento, dentre elas as seguintes: navegação, agricultura, urbanismo, saúde pública, tráfego, infraestrutura (energia, gás e saneamento), mineração, ecologia, geologia, defesa, arqueologia, meteorologia e oceanografia.

Com o advento das redes intercorporativas e da Internet, existe a possibilidade de um SIG receber e compartilhar informações entre usuários e instituições distintos uma vez que padrões para os dados e direitos das partes são estabelecidos, sendo que este conjunto de fatores pode ser chamado de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). Segundo POWER et al. (In BERNABÉ-POVEDA & LÓPEZ-VASQUEZ, 2012) a IDE seria um SIG aberto implementado sobre uma rede de computadores, com distribuição de componentes (servidores, HDs, redes), interfaces padronizadas, interoperabilidade, coordenação, acesso aos dados, capacidade de aplicar análises, de modo a todos os usuários beneficiarem e serem beneficiados entre si com dados e informações espaciais.

A respeito da Cartografia contemporânea, TAYLOR (2005) afirma que esta vem acompanhando novas tecnologias de representação multissensorial envolvendo a visão, a audição, o tato e, eventualmente, o paladar e o odor, no intuito de adaptar as preferências das pessoas na escolha de métodos de aprendizagem. Ele dá a esta nova tendência o nome de *Cybercartografia*, a qual pode ser aplicada para a educação formal e informal, promovendo o envolvimento ativo dos usuários na montagem e/ou interpretação de informações geográficas. Além de tecnologias, essa corrente pode incorporar elementos culturais e artísticos mais complexos e específicos como mitologias, histórias, fotografias, vídeos, músicas, de modo a provocar diferentes estímulos e aproximar emocionalmente os usuários de experiências reais nas localizações geográficas representadas.

¹⁸ Roger Tomlinson, canadense e criador do primeiro sistema que pôde ser considerado um “SIG”.

¹⁹ Grifo original do texto.

Além das experiências multissensoriais, há estudos que analisam o impacto social e acesso das informações geoespaciais e geoportais²⁰ por parte de equipes técnicas e da população em geral. A respeito do uso desses para a gestão pública, GOODCHILD (apud ELWOOD 2007) argumenta que os geoportais representam uma mudança paradigmática de um modelo onde os estados nacionais precisavam conduzir profissionais a produzir dados espaciais com cautela e precisão, para um novo modelo multivocal onde cidadãos, governos locais e entidades privadas estão todos envolvidos na produção de uma gama de dados no intuito voluntário de trazer precisão a eles. Uma das consequências dos geoportais foi a criação dos *mapas colaborativos*, nos quais diferentes cidadãos inserem dados geoespaciais sobre um mesmo sistema, o qual permite a visualização parcial ou total de tudo o que é produzido, como ocorreu com a plataforma colaborativa do *Swiss Atlas Platform Project* (SIBER et al, 2011). Tal fenômeno criou a categoria *Informações Geográficas Voluntárias*, ou VGI²¹.

No que tange a gestão hídrica, os mapas colaborativos já vêm sendo explorados pela sociedade civil e pelos governos, como nos casos do monitoramento de risco de inundações. HIRATA et al. (2013) conceberam uma plataforma para o mapeamento de áreas inundáveis na cidade de São Paulo, sobre a qual qualquer cidadão poderia se conectar e informar por meio de pontos georreferenciados os locais, datas e magnitude dos eventos. USÓN et al. (2016) viram a viabilidade de um sistema de informações geográficas colaborativo²² em Santiago do Chile tendo em vista a quantidade de atores envolvidos na prevenção e controle de riscos relacionados a inundações.

LATRE et al (2013) elaboraram um projeto-piloto de plataforma baseado em Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) para outorgas de captação de água bruta em recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Ebro (Espanha) e do Adour-Garonne (França). O projeto foi feito com base na diretiva do EU INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) e, com o objetivo de facilitar a demanda por parte dos requerentes e agilizar os processos de análise, sendo que no mapa de base da plataforma é possível inserir pontos sobre os locais de interesse para captação e criação de polígonos para áreas com demanda de irrigação. Viu-se na IDE a possibilidade de integração de dados geoespaciais oriundos das agências de outorga francesa e espanhola e das autoridades cartográficas dos respectivos

²⁰ Em inglês, *GeoWeb*, ou *WebGIS*

²¹ *Volunteer Geographic Information*

²² Em inglês, *Public Participatory Geographic Information System* - PPGIS

países, bem como tornou a plataforma convidativa para que os requerentes insiram dados geoespaciais úteis para a análise de outorgas.

Quanto às questões relativas à qualidade das VGIs, ALI et al (2017) exploraram o assunto, visto muito frequentemente serem produzidas por um público não especialista em cartografia ou em modelagem de banco de dados. Num estudo de caso sobre uso e ocupação do solo na Alemanha, os autores observaram que as classificações dadas às áreas eram sujeitas a subjetividades (ex: diferenças entre *gramado*, *parque* e *prado*) e incertezas da precisão espacial. Para melhorar esse quadro, foram concebidas regras e recomendações aos usuários a cada dado inserido com base em topologia, feições de imagens aéreas e melhorias na descrição a respeito de cada classificação.

Nesse sentido, o conhecimento meramente técnico da Cartografia não se limita em sua explicação, visto que a concepção e a proposta de representação de objetos e fenômenos espaciais estão interligadas com a experiência e cultura humana, desde a concepção dos SIGs e algoritmos de geoprocessamento, até a interação cibernética do usuário e seu modo de enxergar o respectivo objeto de análise, o local e o mundo onde vive.

A Cartografia Digital vem passando por uma nova perspectiva e a elaboração de mapas nos últimos anos vem sendo radicalmente transformada com o uso de geotags em APPs, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs, ou *drones*) para levantamento territorial, o crescimento de plataformas colaborativas de mapeamento com o *Open Street Map* e a disponibilidade de softwares gratuitos como o QGIS e o Google Earth. A aplicação dessas também está transformando o setor do saneamento, como será visto ao longo desta Tese.

1.6. A Gestão de Informações Geográficas para Serviços de Água e Esgoto

Tudo aquilo que se situa na superfície da terra é georreferenciável, ou seja, é possível indicar coordenadas geográficas e, com estas, representar sobre um mapa. Na figura 5, é apresentado um exemplo de tela de SIG para serviços de água (linhas azuis) e esgoto (linhas cor de vinho), junto ao cadastro técnico imobiliário e vias públicas, em Roma - Itália.

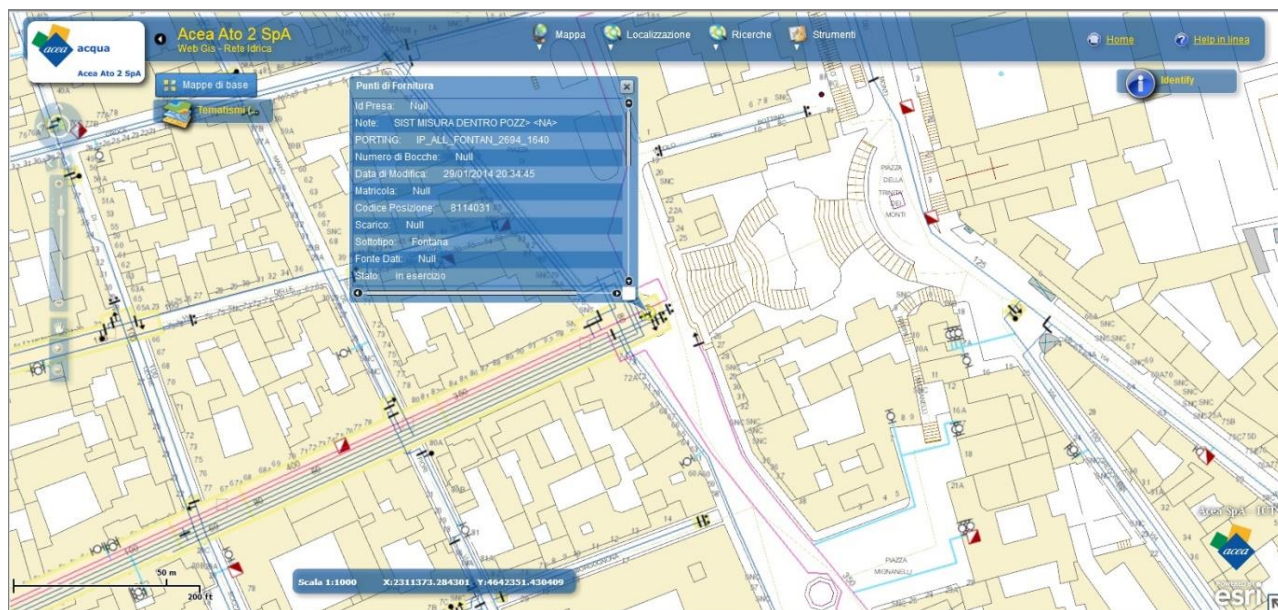


Figura 5: Exemplo de tela do SIG da companhia ACEA ATO2, prestadora de serviços de água e esgoto na província de Roma, Itália.

As aplicações SIG para os serviços de água e esgoto podem remeter a diferentes processos corporativos, sendo alguns dos exemplos de aplicação os seguintes:

- Cadastro dos usuários para controle contábil e comercial;
- Localização de endereços com ferramentas de geocodificação;
- Mapeamento das redes de abastecimento e de esgoto;
- Manutenção da rede, estações de tratamento e demais instalações;
- Planejamento e construção de instalações;
- Estabelecimento de percursos otimizados para a supervisão e manutenção das estruturas;
- Escolha de locais prioritários para instalações de equipamentos hidráulicos;
- Estudos topográficos e piezométricos com isolinhas e modelos digitais de terreno;
- Regionalização das áreas urbanas de acordo com categorias sociais, ambientais e administrativas;
- Priorização de instalação de sistemas conforme índices de saúde pública;
- Execução de modelos localizados de consumo e de perda de água potável.

Na pesquisa bibliográfica, o trabalho mais antigo a respeito do desenvolvimento de

SIGs em contextos organizacionais identificado foi o de SOMERS (1998). Nele, a autora discute sobre “modelos de organização de SIGs” e que a questão central desse sistema deve ser a seguinte: *Qual o papel que o SIG terá na Instituição, de forma que este seja útil ao negócio e ao objetivo estratégico?* Ainda, a autora destacou oito questões particularmente relevantes para a estratégia de gestão a serem analisadas durante o processo de implementação e de operação, sendo elas:

- 1.A visão organizacional, estratégia e planos;
- 2.A visão e objetivos do SIG na organização;
- 3.O grau no qual os dados do SIG (dados de base e de aplicações) serão compartilhados entre os usuários;
- 4.O grau de autonomia das unidades de negócio;
- 5.A presença e uso de tecnologias correlatas como softwares de mapeamento, imagem, GPS, dados demográficos e censitários, e softwares de análise de dados;
- 6.O potencial de reengenharia²³ do processo de negócio e mudança organizacional;
- 7.Prazos estratégicos e operacionais para implementar o SIG;
- 8.Questões financeiras de custo-benefício, níveis e programações pra disponibilidade de fundos.

SHAMSI (2005) relata que um dos maiores desafios das grandes cidades hoje com as infraestruturas de água potável, de efluentes e de drenagem de águas pluviais, é o de gerenciar informações sobre manutenção da infraestrutura existente e construção de novas infraestruturas. Segundo ele, os SIGs combinam as potencialidades oferecidas por um sistema geográfico e um de informação, tornando-se uma solução ideal para uma gestão eficiente das estruturas de saneamento, ao tratar de dados gráficos e alfanuméricos simultaneamente.

Outro aspecto observado pelo autor foi quanto às principais vantagens e desvantagens que os SIGs podem oferecer aos gestores dos serviços de saneamento. Dentre as vantagens, destacam-se questões como garantias de retorno do investimento, maior facilidade na visualização de informações e do cruzamento entre essas, bem como a possibilidade constante de reinventar suas funcionalidades. Os aspectos vantajosos citados pelo autor são as seguintes:

- Economia de tempo, de recursos e de dinheiro;

²³ Termo criado por Michael Hammer e James Champy a respeito de ações e tomadas de decisões críticas e bastante transformadoras na concepção de processo de produção e negócios no intuito de otimizar custos e velocidade.

- Potencial para integração de sistemas de informação;
- Oferta de estrutura informática para suporte de decisão;
- Meio de comunicação eficaz;
- Oferta de numerosos tipos de aplicações;
- Interoperabilidade e desenvolvimento dos SIGs para novas aplicações e plataformas.

Quanto às desvantagens, elas podem ocorrer por motivos como falta de planejamento ou excesso de despesas com tecnologias e serviços não prioritários, sobretudo na fase inicial de implantação, sem a previsão em longo prazo deste retorno. Uma vez implantado o SIG, desvantagens futuras podem ocorrer como a baixa usabilidade do sistema em decorrência da resistência dos funcionários, ou então pela ausência de um processo participativo sobre os quesitos do sistema, causas que resultam em projetos que não contemplam as tarefas do dia a dia de um órgão.

SHAMSI (2005) cita somente duas desvantagens nesse aspecto, as quais são:

- Custos altos para sua implantação em âmbito corporativo;
- Excesso de dados armazenados.

A questão do excesso de dados como desvantagem tem sido gradualmente superada pelas corporações em decorrência do barateamento do armazenamento de informações em servidores e *Data Centers*. No entanto, este “excesso” do qual o autor fala pode trazer problemas no que tange a modelagem dos dados, o que poderia favorecer a repetição deles em um ou vários sistemas de informações ou em dificultar o cruzamento num processo de análise. Quanto aos custos altos, é observado que, apesar do SIG ter sido implantado em diversas companhias pelo mundo devido a garantias de Retorno de Investimento²⁴ em longo prazo, o custo inicial pode ser um obstáculo para a implantação no caso de companhias menores ou em regiões de baixa renda. Entretanto, o aparecimento de novas tecnologias e de softwares *open source* vêm beneficiando e facilitando a implantação de SIGs corporativos em muitos casos, o que será observado nesta pesquisa.

Ainda, os SIGs podem ser trabalhados de forma complementar a outros sistemas corporativos. Um exemplo seriam os Sistemas de Suporte à Decisão (SSD), caracterizado por indicar ações necessárias ou prioritárias para profissionais por meio do cruzamento de uma gama de variáveis e de informações correlatas a um fato, frente a múltiplas possibilidades de

²⁴ Em inglês, conhecido pela sigla ROI (*return on investment*)

ação sobre este. Alguns exemplos de integrações SIG-SSD foram desenvolvidas no setor hídrico, como no caso de VARADE et al (2017) que criaram um sistema capaz de selecionar corpos d'água prioritários para o armazenamento de água para futura implantação de estruturas para garantir no longo prazo o abastecimento de água num distrito da cidade de Nagpur (Maharashtra, Índia). Outro trabalho de SIG-SSD foi realizado em Rafah (Faixa de Gaza, Palestina), no qual ELJAMASSI & ABEIAD (2013) desenvolveram este sistema no intuito de prover às equipes técnicas o histórico de manutenções e aspectos socioeconômicos de cada distrito, no qual incluíram aspectos estruturais do sistema de abastecimento (reservatórios, materiais, válvulas).

Outro exemplo de aplicação frequentemente usado se encontra no campo do controle e redução de perdas hídricas nos sistemas de abastecimento. Nos SIGs, é possível registrar as perdas na rede de abastecimento e assim subsidiar gestores em tomadas de decisão, inclusive em tempo real, para manutenções e mudanças da pressão na rede, além de se relacionar tais dados a outras informações como tipo de tubulação, vazões, perfil dos consumidores, agentes impactantes sobre o solo (construções, veículos, etc), rachaduras, vazamentos, uso e ocupação do solo, etc. No Manual “Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água” da Fundação Nacional da Saúde - FUNASA, são mencionadas três ações tecnológicas fundamentais para o sucesso num programa de perdas: Cadastrar/Gerenciar, Medir e Agir. Para a ação de cadastrar/gerenciar, é dito ser necessário um projeto de base geográfica e para a ação de medir, um projeto de modelagem e de integração dos cadastros por meio de um SIG (FUNASA, 2014).

Este exemplo vale para qualquer cidade do mundo, inclusive para aquelas situadas em países menos desenvolvidos, onde as perdas podem chegar a até 60%. Na cidade de Ouagadougou em Burkina Faso, foi implementado um projeto de SIG com suporte da UN-Water DPC e da *African Water Association* numa área da cidade para um projeto-piloto. O resultado final foi uma redução de 40% para somente 6% das perdas da rede e por consequência, calculou-se que seria possível reduzir o preço da água em até 60% e ampliar a sua distribuição para outras áreas urbanas se o projeto piloto fosse expandido para toda a cidade (OUIBA, 2010).

Devido a tais vantagens, é notável que muitas companhias se interessaram em implantar um SIG para dar suporte a suas operações, principalmente a partir do ano 2000 quando softwares passaram a ser produzidos para o setor de saneamento. No entanto, esse processo nunca ocorreu e nem ocorrerá homogeneamente entre as companhias, devido à gama

de fatores que influenciam na implantação e desenvolvimento dos SIGs tais como:

- História e cultura organizacional da companhia;
- Aspectos físicos, hidrológicos e socioeconômicos da área de atuação;
- Capacitação do capital humano;
- Direitos e deveres das partes interessadas e dos usuários sobre o SIG;
- Escolha do software e plataformas de trabalho e de visualização;
- Escolha da consultoria e elaboração de Termo de Referência;
- Grau de exigência da população quanto à qualidade dos serviços;
- Relações hierárquicas internas e externas entre pessoas, setores e instituições;
- Investimentos e orçamento disponível;
- Seleção, categorização e formatação dos dados geoespaciais;
- Priorização do saneamento frente às políticas públicas;
- Estabelecimento de acordos entre partes interessadas internas e externas;
- Perspectivas de inovação tecnológica, dentre outros.

Esses fatores trazem um quadro bastante específico para as companhias na implantação e desenvolvimento do processo. Essa riqueza de detalhes das companhias pelo Brasil e pelo mundo pode trazer semelhanças quanto às dificuldades e à busca por soluções referentes ao cadastro digital dos dados e ao uso do SIG. Complementarmente, FICARELLI & RIBEIRO (2017) enfatizam que, devido à versatilidade de operações e integrações que os SIGs podem realizar, é notável que a potencialidade de usos e integrações seja extensa para os serviços de saneamento. Entretanto, isso não significa que elas venham sendo exercidas plenamente, o que pode resultar na ausência de informações ou em maiores custos na obtenção de informação por outros meios e sistemas.

Nesse sentido, as perguntas concebidas para nortear esta pesquisa foram as seguintes:

1. Por quê e como uma companhia opta pela implantação de um SIG?
2. Quais são as funcionalidades do SIG? Tal sistema vem sendo explorado da maneira desejada pelos funcionários?
3. Quais foram as principais dificuldades e frustrações encontradas durante o desenvolvimento do SIG e quais soluções foram usadas frente a essas situações?
4. Quais são as perspectivas futuras do uso do SIG na companhia?

1.7. Organização de Conceitos: Aspectos e Partes Interessadas

No que tange os SIGs, autores buscam ilustrar por esquemas a integração de processos e os fluxos de dados com o objetivo de fornecer informação de valia e uma explicação espacial sobre os objetos e fenômenos estudados. CHRISTOFOLETTI (p.30 apud ANSELIN & GETIS, 1992) apresentou um fluxograma (Figura 6) pelo qual há 4 funções básicas do SIG para a execução de uma modelagem de dados geoespaciais: a) entrada de dados; b) armazenagem, recuperação e manejo do banco de dados; c) análise dos dados, e; d) apresentação dos resultados. Além dessas, os autores colocaram aspectos cognitivos humanos no *input* e *output* desse fluxograma, em primeiro a “realidade percebida”, quanto aos profissionais que irão alimentar o sistema com dados, e no final, a interpretação do resultado que dependerá de conhecimento prévio do usuário quanto ao objeto de estudo e sobre Cartografia e Geomática.

Com uma abordagem relativa ao planejamento, criação, uso e gestão das informações geográficas, LONGLEY et al (p. 521) conceberam um esquema da visão geral dos principais papéis dos profissionais e, eventualmente, dos cidadãos, em projetos de SIG, destacando a importância da comunicação entre administradores e usuários e da existência de um fluxo constante de ensino e aprendizado, independentemente do grau de conhecimento sobre o sistema ou do assunto tratado ou da posição hierárquica dos participantes, conforme a Figura 7.

A respeito de partes interessadas em projetos, no guia PMBOK 5ª Edição (PMI, 2013) é citada que a Etapa de Identificação trata do processo de identificar as pessoas, grupos e organizações que podem impactar ou serem impactados pela decisão, atividade ou resultado do projeto, analisando-se e documentando-se informações relevantes a respeito dos interesses, envolvimento, interdependências, influência e potencial impacto no sucesso do projeto. Com base nesse conceito e com relação aos serviços de água e esgoto de uma cidade, é esperado que um projeto de SIG acabe tendo partes interessadas internas as companhias de saneamento (e seus diversos departamentos técnicos e administrativos), bem como externos como outros órgãos e empresas interessadas nos serviços, e os cidadãos atendidos.

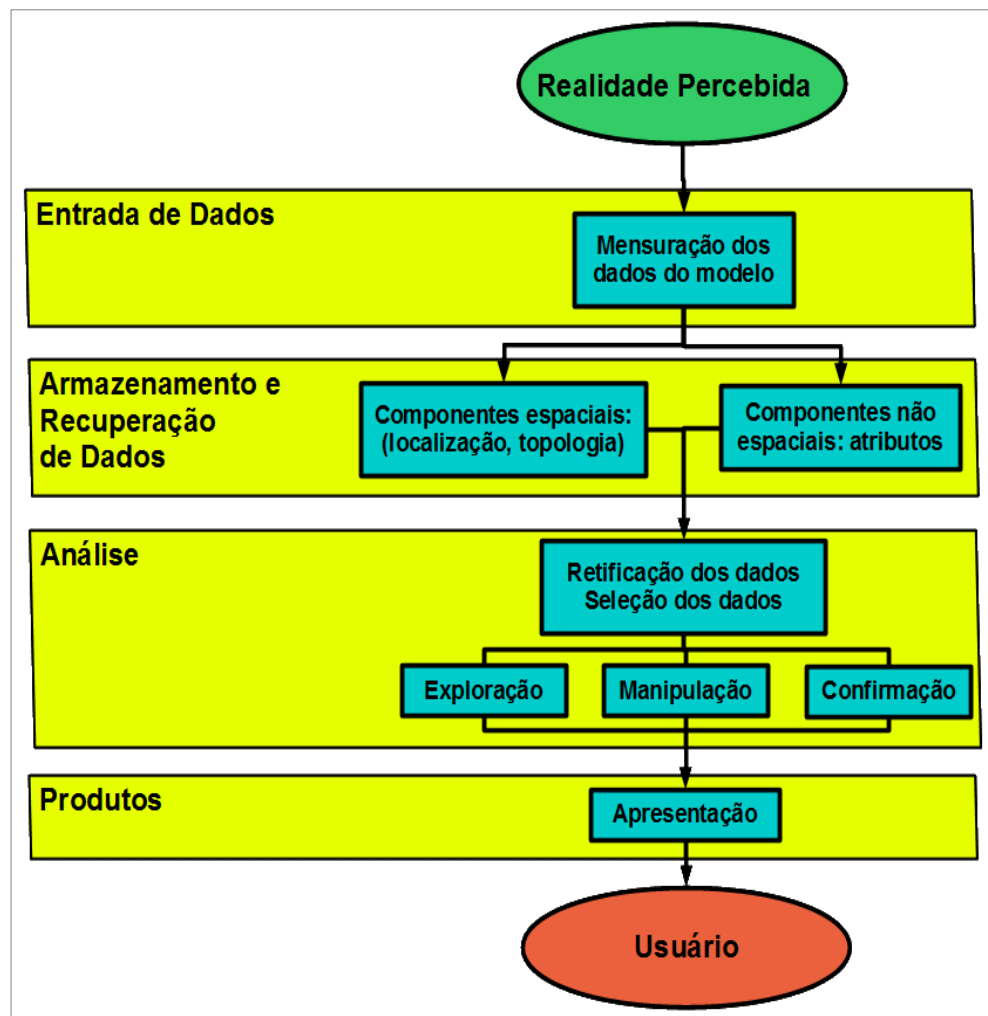


Figura 6: Esquema simplificado das funções básicas do SIG

Fonte: ANSELIN & GETIS, 1992

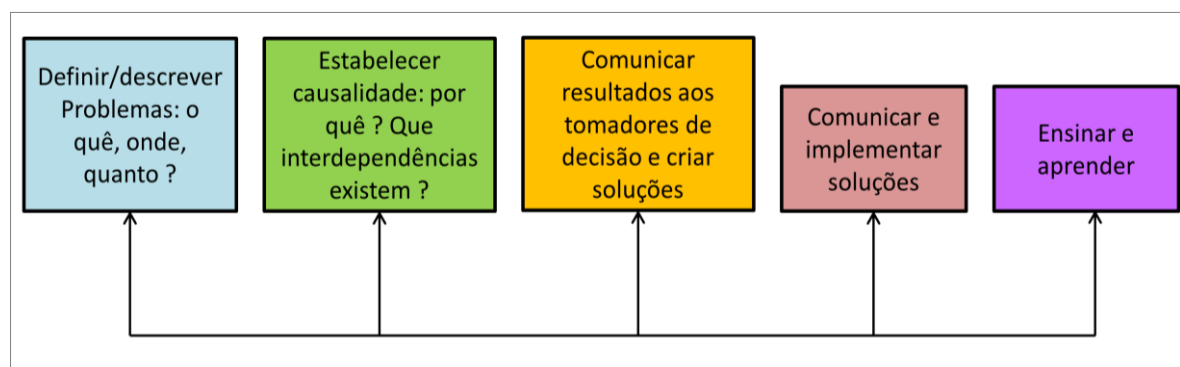


Figura 7: Contribuição do aspecto humano e profissional nos Sistemas de Ciência das Informações Geográficas

Fonte: LONGLEY et al. (2015, p. 521).

A Geografia do local, aspecto fundamental para o objeto de estudo, trata da realidade em si, independentemente de sua representação digital. O levantamento das suas condições hidrometeorológicas, ambientais, demográficas, culturais, topográficas e econômicas são fundamentais para que sejam elencadas minimamente as diferenças da presença/ausência dos serviços de água e esgoto, a qualidade desses serviços nas diferentes áreas urbanas e a satisfação da população local. Três variáveis fundamentais para auxiliarem na caracterização da Geografia do local e da influência dos serviços de água e esgoto sobre ele, são as seguintes:

Formação Socioespacial: A realidade urbana e rural, sua heterogeneidade, demografia, o acesso aos serviços de água e esgoto e o uso e ocupação do solo são necessários para o diagnóstico de avaliação da pressão sobre as estruturas hidráulicas (públicas, comunitárias ou particulares), a capacidade de atendimento às demandas e concepção de novos projetos. Esta variável identifica uma interação de pessoas, junto aos recursos naturais e estruturas construídas numa determinada área, no intuito de compreender as motivações e causas que justifiquem os hábitos e a cultura dessa população, bem como a presença ou ausência de estruturas específicas (por exemplo, as de água e esgoto). No que tange às diferenças, SANTOS comenta que as infraestruturas criam restrições à organização espacial, localização seletiva do capital, de instituições e de pessoas e, quanto mais pobre o país, mais agudo isso se torna (2003, p.201). Incluindo-se nessa afirmação as estruturas de água e esgoto, as análises espaciais em SIGs podem ser usadas na priorização de bairros para implantação de redes de água ou esgoto conforme índices socioeconômicos e pesquisas qualitativas; no subsídio para o planejamento urbano; no mapeamento de fraudes; na análise locacional da instalação de equipes e agências para atendimento ao cidadão; no mapeamento de reclamações e sugestões da população conforme endereço, dentre outros.

Recursos Hídricos e Meio Físico: De acordo com PORTO (2012), conhecer a possibilidade de ocorrência no tempo e no espaço do escoamento da água em uma bacia hidrográfica é importante para a solução de problemas relacionados às múltiplas demandas sociais e econômicas, além de contribuir com o dimensionamento das estruturas hidráulicas, definir a operação de reservatórios e o gerenciamento dos recursos hídricos de forma geral. GUERRA & MARÇAL (2006) enfatizam que o estudo da dinâmica do relevo e dos solos é útil para a construção de redes de esgoto e de dutos, para os quais são necessárias obras de escavação e intervenção preservando estabilidade

de encostas. Um projeto mal executado traz consequências danosas para o meio físico e, conseqüentemente, para a população do entorno, que poderá ser negativamente impactada. Os aspectos do clima local também são de importância para quaisquer estudos de recarga dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, cujos pontos de monitoramento podem ser identificados e gerenciados sobre plataformas de SIG.

Saúde Global: Esta variável parte do princípio que a saúde é um bem público e global, cujo objetivo é tornar este um bem que não seja concorrencial e que não haja rivalidade. Isto é, a saúde de uma pessoa não pode se dar às expensas da exclusão de outras pessoas. Em contrapartida, é necessário compreender que, apesar da globalização atingir direta ou indiretamente qualquer espaço e pessoa do planeta, isso não significa que seus reflexos e consequências atinjam a todos de igual maneira e que tenham as mesmas repercussões em todas as regiões (FORTES & RIBEIRO, 2014).

Com base nesta afirmação, a ênfase foi dada às populações de baixa renda, em áreas urbanas precárias, as quais vêm apresentando maiores dificuldades quanto ao acesso aos serviços de água e esgoto por motivos estruturais, culturais, institucionais e políticos. De acordo com a ONU (2015), em 2015 cerca de 1 a cada 8 pessoas no mundo viviam em favelas, o que equivale a aproximadamente 880 milhões de habitantes urbanos. Na pesquisa de MELLO (2005), foi identificado que apesar de ter havido ações de melhorias urbanas em áreas desse tipo em Belo Horizonte – MG como reassentamentos, obras de infraestrutura e requalificação ambiental, nem sempre essas trouxeram melhorias significativas nos serviços de esgotamento sanitário e respectivos índices de desempenho entre os anos 1990 e 2000.

Os SIGs podem ser usados para o mapeamento de áreas de vulnerabilidade, identificar incidência de doenças associadas à carência de serviços de saneamento ambiental (inclusive água e esgoto) e oferecer subsídio para intervenções específicas de estrutura e de comunicação à população. Tendo em vista a afirmação de SANTOS de que “a pobreza é um fenômeno quantitativo, o qual foi transformado num problema quantitativo e reduzida a dados numéricos” (2003, p.15), entende-se que o enfoque qualitativo é necessário para esses trabalhos por meio do maior contato com as populações beneficiadas e promover maior participação cidadã. Georreferenciar esses levantamentos e percepções mostra-se atualmente viável, tendo em vista que as plataformas digitais cartográficas e geotecnologias são utilizadas cada vez mais para a

promoção da participação social, como no caso da favela de Kibera, na cidade de Nairóbi - Quênia, por meio do projeto *Map Kibera*²⁵.

Uma vez que essas três variáveis podem se tornar informações, serem georreferenciadas e representadas digitalmente, as tecnologias, sobretudo de geotecnologias e da tecnologia da informação (TI) tomam importantíssima aplicação. Os SIGs necessitam de uma série de hardwares e de softwares para existirem e funcionarem. São nos computadores, aparelhos, servidores e plataformas digitais que ocorre a interface cibernética entre usuários, gestores, bem como o envio e recebimento de dados e execução de operações. Neste caso, foram observados três fatores que auxiliam a âmbito corporativo:

Geotecnologias: Atualmente existe uma gama de equipamentos a serem usados em campo para a medição de coordenadas, como o GPS manual, GPS geodésico, total station, veículos aéreos não-tripulados (drones) ou mesmo leituras de terreno mediante laser (LIDAR) de altíssima precisão. Além dos equipamentos, as plataformas digitais cartográficas sobre as quais são lançadas essas informações orientam o modo como essas serão visualizadas e trabalhadas pelos usuários. A obra de SHAMSI (2005) reflete grande esforço em analisar a interface entre os serviços de água, esgoto e drenagem e as geotecnologias, o que a tornou uma das maiores referências sobre este assunto. O barateamento das tecnologias citadas por SHAMSI, de sua data de publicação até 2019, para medições de coordenadas *in loco* e, principalmente, dos programas de código livre (*open source*) e outros programas gratuitos, como o *Google Earth*, converteram a informação geográfica de iguaria para necessidade, bem como popularizaram o acesso e produção delas por meio das VGIs (ELWOOD, 2008).

Portanto, o acompanhamento das geotecnologias e de suas aplicações para o saneamento deve ser feito constantemente, pois novas aplicações estão surgindo a todo momento.

Sistemas Digitais: Um sistema digital pode ser compreendido por um conjunto delimitado de componentes conceituais de dados, informações e ferramentas, os quais

²⁵ www.mapkibera.org. Acesso em 11/12/2017.

baseados em dispositivos físicos (*hardwares*) e programas (*softwares*) que processam suas operações, permitem a consulta, troca e edições de dados entre seus usuários. Aspectos como o armazenamento e compartilhamento de arquivos, a página de internet da instituição, os softwares empregados pela companhia, os administradores dos sistemas corporativos, os direitos de usuários conforme tipologia, os outros sistemas corporativos e os processos automatizados e registrados em banco de dados são alguns dos elementos que compõem esta variável. Assim como os outros sistemas digitais, os SIGs também são altamente influenciados pela maneira como a companhia gerencia informações e a estrutura organizacional, sendo que eventualmente justificativas políticas podem superar as questões tecnológicas ou financeiras. Nesse caso, uma análise da gestão de TI junto à capacidade de processamento e ferramentas disponíveis nos sistemas digitais deve ser feita, para levantar necessidades de mudanças em servidores, softwares, hardwares, segurança cibernética, formatos de arquivos, dentre outros que impactem diretamente no SIG.

Ciências da Informação: Uma vez que os SIGs e demais sistemas digitais disponibilizam dados e oferecem ferramentas para a manipulação desses, o passo seguinte é identificar quem serão os usuários de tais informações e qual o conhecimento e a capacidade deles de compreender de maneira profunda os mapas digitais. TAYLOR (1991, apud MARTINELLI, 2003) se aprofunda ao dizer que a cartografia deve ser permanentemente avaliada em seu contexto social, sendo que aos mapas não basta mais responder à pergunta “Onde?” e precisam responder ao “Por quê?”, “Quando?”, “Por quem?”, “Para que finalidade?” e “Para quem?”. As linguagens cartográfica, textual e numérica dialogam simultaneamente sobre a plataforma SIG e elas devem abranger a maior quantidade e diversidade de públicos. Além disso, a parte de modelagem conceitual do banco de dados, codificações e clareza dos atributos e funções também são englobadas na variável.

Nesse campo do conhecimento, a representação digital da informação e a compreensão do observador são vistos como um processo único, cruzando-se a tecnologia da informação com as ciências humanas aplicadas à comunicação. Enquanto as duas variáveis anteriores focam na produção e precisão dos dados, é nesta variável que se definem quais são as informações necessárias para tornar o SIG um meio de

comunicação, quem serão os usuários e de qual modo eles poderão compreender uns aos outros, apesar de diferenças das profissões, setores onde trabalham, objetos de estudo, conhecimento de cartografia e de informática e, ainda, da própria experiência de vida como um todo.

As questões administrativas dos serviços públicos e dos órgãos prestadores de serviços de água e esgoto como os recursos humanos, finanças, assuntos legais e jurídicos, pesquisa e desenvolvimento, comunicação e suprimentos são alguns são fundamentais para o apoio nas ações de elaboração, divulgação e troca de informações geográficas e aquisições de tecnologias. A visão dos gestores e funcionários, o interesse em tecnologias mais inovadoras, acesso a crédito e fluxo de caixa, a capacitação dos profissionais e as decisões das diretorias são determinantes no modo como o SIG será concebido e operado. Foram elencadas três variáveis para identificar esse contexto:

Cultura Organizacional: A troca de informações, o estabelecimento de regras, as amizades e conflitos em diferentes escalas, poder e hierarquia, o planejamento estratégico, a forma de enxergar o mundo externo e a concorrência, dentre outros elementos, definem a cultura de uma companhia e cada um de seus setores. De acordo com CROZATTI (1998), a cultura organizacional, entendida como o conjunto de crenças, valores e princípios partilhados pelas pessoas em uma organização, sofre interação direta do modelo de gestão, em razão do poder exercido pelos principais gestores da organização.

Devido aos SIGs dependerem de dados de diferentes setores e por terem ampla capacidade de integração, uma cultura interna conflituosa ou cooperativa irá impactar diretamente em seu desenvolvimento e demais projetos futuros. O departamento e subordinação da equipe gestora do SIG e das informações geográficas na empresa também serão variáveis e isso refletirá em quaisquer projetos vindouros de mapeamento, por eles dependerem frequentemente de usuários de outras áreas da companhia. Portanto, esta variável indica a motivação pessoal dos funcionários, a curiosidade e o incentivo dado pela companhia para ousar em projetos e articular equipes desde a área técnica à diretoria e a relação com as partes interessadas externas.

Capacitação e Inovação: O uso de um sistema, desde o início de sua implantação a todo o seu desenvolvimento futuro, será proveitoso somente se os funcionários e

demais usuários tiverem conhecimento de suas funções e souberem como estas podem contribuir no trabalho do dia a dia ou em ações específicas. A associação de capacitação e inovação como uma única variável foi definida pelo fato de não ser viável inovar processos e atividades se o corpo técnico não for capacitado ou motivado a incorporar tal conhecimento.

De acordo com SAJEVA, partilhar o conhecimento numa corporação significa transferir disseminar, trocar experiências, habilidades e informações úteis de um indivíduo para outros membros (2014, p.130). Pode ser formal ou informal, ocorrer via escrita ou frente a frente, ou por via digital. Um único indivíduo pode partilhar entre seus colegas ou então o processo pode ocorrer entre diversas equipes. Na interpretação de ARAÚJO & GARCIA, as principais razões que levam qualquer empresa ao processo de treinar e desenvolver seu pessoal podem ser inúmeras, porém, a principal delas, levantada para essa pesquisa, seria a modernização da organização, a qual remete a novas tecnologias que serão implementadas e carência do domínio do conhecimento sobre esta pelo corpo técnico, o qual deverá se adaptar a essa nova realidade. Ainda, enfatizam que tal mudança deva ser acompanhada de perto, visto que os funcionários que não a acompanharem poderão se sentir deslocados, ou o investimento em capacitação não trazer o retorno previsto para otimização de tarefas (2009). TSUTIYA enfatiza que as ferramentas de Cartografia Digital e SIG pressupõem um adequado nível de treinamento²⁶ para a operacionalização dos programas e, muito importante também, para a correta e ampla interpretação dos resultados (2006, p.520). Uma gestão ineficiente do pessoal poderá implicar em atrasos e limitações de uso da ferramenta, além da subaproveitamento de profissionais talentosos.

Em Florença – Itália, quando a companhia *Società Publiacqua* concebeu uma integração de sistemas envolvendo o SIG, foram criados 10 cursos de duração variável entre 3 e 16 horas, direcionados conforme o uso de cada funcionário de modo a dar ampla utilização ao novo sistema integrado, totalizando 13.000 horas de treino, no qual mesmo iniciantes em tecnologias digitais puderam se adaptar à nova realidade depois de um tempo (ACEA, 2014).

Finanças e investimentos: Esta variável acompanha o SIG desde o capital inicial para

²⁶ Grifo nosso.

a digitalização de informações geográficas até o contínuo investimento para melhorias constantes do sistema e equipamentos correlatos. Serve também para medição de seu custo-benefício, baseado em tempo de execução, proveito da tecnologia pelos funcionários e atingimento de metas. A ausência de dados formais a respeito dos custos e da perspectiva de retorno desses projetos e equipamentos pode desencadear dúvidas, ou mesmo reprovação, por parte das outras áreas da empresa. A falta de conhecimento sobre as geotecnologias dos demais funcionários pode afetar diretamente nessa decisão.

Para isso, existem estudos como o ROI (*Return on Investment*) no qual é mensurado todo tipo de economia que pode ser oferecido por um SIG. De acordo com LONGLEY et al (2013) os estudos de ROI combinam medidas quantitativas e qualitativas para avaliar o retorno que uma instituição obterá a partir de um investimento feito e, no caso dos SIGs, alguns dos benefícios são os seguintes: pessoas-hora que podem ser utilizadas para outras tarefas uma vez que o sistema está implementado; suporte na modelagem de redes para evitar superdimensionamento; acompanhamento supervisionado de ações em campo ; redução de tempo na obtenção de informações; dentre outros.

Uma delas foi apontada pelo vice-presidente associado da área de soluções tecnológicas do Distrito de Esgotamento da Metrópole de Milwaukee – Estados Unidos, afirmando que sobre a plataforma SIG foi possível unir informações que antes se encontravam em departamentos distintos na companhia e a visualização unificada delas possibilitou economia de tempo e de dinheiro, além de provocar mudança de prioridades e dar maior autonomia dos departamentos (ESRI, 2013).

Num projeto, esses elementos deverão ser apresentados com clareza e acompanhados de orçamento, dos potenciais fornecedores e prestadores de serviços, e informar qual será a contribuição dessas novidades para as ações estratégicas da companhia, de maneira que seja compreendida pela maior parte dos funcionários, para aprovação de orçamento e despesa com as ações.

E, ao fim desta etapa, encontra-se o serviço prático dos serviços de água e esgoto, pelo qual se determina quais são as operações de rotina, como são planejadas as ações de implantação de empreendimentos, os prazos, qual a situação de manutenção das estruturas e equipamentos hidráulicos, e como representar as áreas de distribuição de água e de coleta de

esgoto. O desempenho de um SIG nesse contexto estará diretamente relacionado à prioridade dos serviços de água e esgoto em face às políticas públicas, bem como as exigências regulatórias que pressupõem melhor atendimento desses serviços. Os serviços de água e esgoto podem ser subdivididos em três fatores:

Sistemas de Saneamento: Este pode ser entendido como o conjunto de estruturas e equipamentos hidráulicos que possibilitam a chegada de água ao cidadão e que, depois de usada por este, ela possa escoar até um corpo d'água para lançamento. No caso dos sistemas de abastecimento e esgotamento, esta variável se refere também às tomadas d'água, estações de tratamento, estações elevatórias, reservatórios, adutoras, ramais, tampas de esgoto, válvulas, dentre outras estruturas. O *Cadastro Técnico*²⁷ é o nome dado ao conjunto de desenhos e plantas referentes a essas estruturas, sendo que o conhecimento da localização é fundamental para qualquer iniciativa referente ao monitoramento, manutenção e planejamento de uso e por facilitar o dimensionamento e as ações de otimização.

Nas palavras de CAMARGO (1997), o cadastro técnico deve ter por objetivo manter e atualizar as informações geradas pelas áreas de planejamento, projetos, obras, operação e manutenção das redes. Devido aos erros que podem ocorrer com a entrada dessas informações, ele ressalta que os indivíduos responsáveis pela entrada e saída de dados nem sempre possuem conhecimento sobre o assunto específico tratado, sendo necessário um exame periódico por um especialista altamente capacitado. SHAMSI (2005) destaca que o primeiro passo para a aplicação de qualquer modelagem hidráulica ou hidrológica deve começar pelo desenvolvimento da base de dados geoespaciais, bem como a *Water New Zealand* aponta a necessidade de precisão e de completude desses para que modelagens possam ser processadas com sucesso (WATER NEW ZEALAND, 2009).

Além da localização das estruturas, os SIGs podem fazer relação desses objetos com bancos de dados contendo atributos relacionados a dimensionamento, ano de implantação, técnico/setor responsável, equipamentos e componentes, profundidade no

²⁷ O termo “Cadastro Técnico” em geral se remete ao desenho de estruturas hidráulicas sobre uma planta. Até o ano de 2010 as estruturas eram desenhadas no meio digital sobre plataformas CAD, nem sempre com referências de georreferenciamento. Hoje em dia, esses objetos estão cada vez mais relacionados a banco de dados relacionais, nos quais podem haver atributos e descrições para análises e modelagens complexas como as de topologia de redes.

subsolo, material e também o acesso a plantas por meio de *hyperlinks*, e para o planejamento podem dar suporte a alternativas locais e tecnológicas.

Operação: O acompanhamento em tempo real dos eventos e interferências, como o andamento de obras, vazamentos, serviços de manutenção, amostragens de qualidade da água, medição de vazões e pressão, atendimento ao cliente e contenção de emergências fazem parte da rotina de uma companhia de água e esgoto. Esses dados podem ser georreferenciados e fornecer um mapa panorâmico da situação do serviço em toda a área de atuação de uma companhia. Enquanto a variável “Sistemas de Saneamento” se remete às estruturas (existentes e planejadas) e corpos d'água de captação e lançamento, nesta variável encontramos os eventos reais que ocorrem sobre esses objetos.

Uma aplicação comum se refere à gestão da manutenção e troca de tubulações com o intuito de controlar vazamentos, o monitoramento da qualidade da água em diferentes pontos da rede de abastecimento para avaliar potabilidade, a identificação das reclamações dos clientes conforme endereços e subdivisões locais (p.ex. distritos e bairros). Além disso, com o uso de GPS sobre veículos é possível identificar a localização das equipes e indicar por proximidade, ou por outras variáveis, a distribuição de tarefas entre elas.

Ainda, devido à capacidade do SIG propiciar relações topológicas entre objetos de conectividade, convergência, continuidade e compacidade, é possível identificar quais áreas num sistema terão os serviços interrompidos em decorrência de obras emergenciais, por abertura e fechamento de válvulas ou por vazamentos.

Políticas de saneamento: Os serviços de água e esgoto estão sendo constantemente observados pela esfera governamental. Independente da constituição do prestador de serviços ser pública, privada ou mista, a regulamentação e supervisão desses serviços são influenciadas pelas políticas públicas, pelo fato da água ser um bem necessário para a vida e atividades de todos os cidadãos.

A variável político-governamental expande as informações por esses órgãos para uma escala maior, atingindo os interesses dos gestores de bacias hidrográficas, governos regionais e o nível nacional. A priorização regional para investimentos em saneamento depende dessas informações e é muito importante que as companhias de saneamento

tenham conhecimento de sua área de atuação e dos gargalos no atendimento à população para justificarem a submissão de projetos para tomadores de decisão e investidores. Quando tiverem por base o cumprimento de políticas públicas, legislação e planos de governo, essas informações servem de bom argumento para a captação de recursos e atingimento de metas.

Os SIGs enriquecem essas análises, por integrarem dados tabulares e destacar as localidades e diferenças nas escalas territoriais e a tematização dos dados geoespaciais só é viável quando as companhias de saneamento locais enviam informações de seus serviços aos órgãos governamentais. Na pesquisa de GRISOTTO (2011), foi feita uma análise sobre morbimortalidade nos municípios do Estado de São Paulo em 2010 com base em 12 parâmetros, dentre eles 3 de saneamento (% da população com serviço de abastecimento, esgotamento e coleta de lixo). Nessa pesquisa, foi possível elaborar um mapa de calor (Kernel) pelo qual identificaram-se os pontos mais críticos de morbimortalidade no território paulista e, com base nisso, foi possível elaborar um diagnóstico e uma proposta de melhoria para que as políticas sanitárias atingissem áreas menos favorecidas.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE publicou o *Atlas do Saneamento* em 2011, o qual teve por objetivo fornecer informação atualizada sobre um tema crucial da agenda da saúde pública, da sustentabilidade e da própria cidadania na sociedade brasileira. A elaboração dos mapas apresentados teve como proposta destacar, em escala regional, as diferenças existentes na abrangência geográfica dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. O documento foi elaborado com parceria do Ministério das Cidades, na época, tendo em vista a necessidade de uma leitura geográfica e estatística para traçar prioridades regionais, políticas públicas, projetos e financiamento (IBGE, 2011).

Nas escalas supranacionais, foi criado no âmbito da América Latina o *Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural* (SIASAR) no intuito de agregar informações de 9 países, ou estados específicos, as quais foram subdivididas por territórios de escalas menores para análise de informações²⁸. Na União Europeia, o Eurostats agrega informações sobre serviços de água e esgoto em todas as

²⁸ Honduras, Nicarágua, Panamá, República Dominicana, Costa Rica, Oaxaca (México), Peru, Bolívia, Paraguai e estado do Ceará (Brasil). - www.siasar.org - Consulta realizada em 20/09/2017

municipalidades dos 27 países membros²⁹.

Nesse sentido, o SIG é uma ferramenta de diálogo entre as companhias de água e esgoto e o governo, tendo em vista a melhoria que tal parceria pode ocasionar na qualidade e precisão das informações prestadas e na formação de um diagnóstico mais apurado. Por parte do governo, estas informações são úteis para direcionamento de ações, elaboração de orçamentos e planos de investimento, criação de programas ou mesmo para elaborar legislação específica para determinadas regiões.

O agrupamento desses aspectos e fatores, bem como das partes interessadas envolvidas, deram subsídio para o desenvolvimento do roteiro semiestruturado da pesquisa, o qual está detalhado no capítulo da metodologia.

1.8. Organização de Conceitos: Desenvolvimento e Amplitude

Ao longo da consulta do material bibliográfico, entendeu-se que as informações geográficas e os SIGs devem atender a uma série de requisitos para que aplicações mais complexas possam fazer parte da rotina corporativa, as quais de alguma maneira podem ser concebidas por estágios, partindo-se da discussão conceitual do SIG até o sucesso de sua operação após anos de implantação.

Um exemplo de fluxo de trabalho para projetos de SIGs foi concebido por Drew Clarke, o qual criou um modelo de 14 passos agrupados em quatro etapas em ocasião da implementação de SIGs de grande porte (LONGLEY et al, 2013). Neste, parte-se do princípio que para constituir um SIG é necessário atender a requisitos, preferencialmente na ordem indicada pelo autor, o qual se baseia em etapas ligadas principalmente a questões financeiras, tecnológicas e de usabilidade da plataforma, conforme a Figura 8:

²⁹ http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Water_statistics. Consulta realizada em 20/09/2017

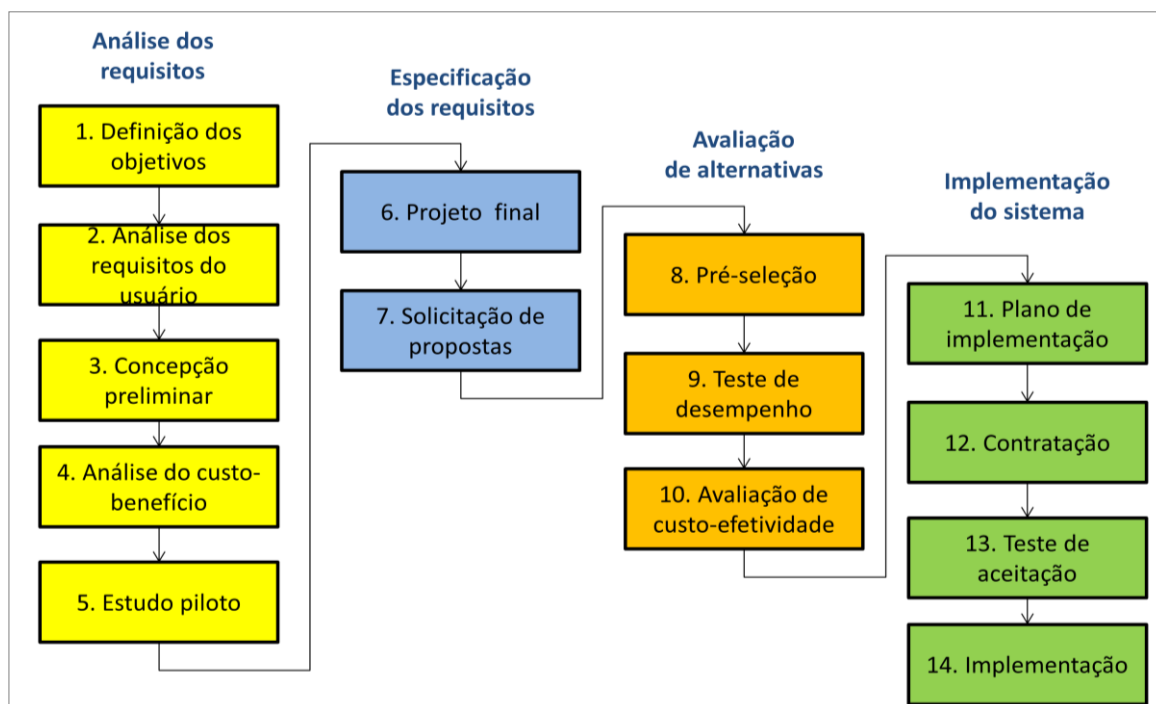


Figura 8: Processo de implementação de um SIG

Sobre sistemas corporativos de informações geográficas em companhias de água e esgoto, SHAMSI (2005) concebeu um fluxo de trabalho gradual a respeito de sua implementação, o qual exige uma avaliação prévia de viabilidade, aplicação de experimentos, envolvimento das equipes e divulgação do sistema em âmbito corporativo. Em sua proposta de implementação de SIG, foram ordenadas 8 etapas, cujo final se limita ao início da operação rotineira do SIG e divulgação em âmbito corporativo:

1. Identificação das partes interessadas (stakeholders);
2. Diálogo com as partes interessadas;
3. Inventário de recursos;
4. Estabelecimento de necessidades prioritárias;
5. Criação de projeto e do *design* do sistema;
6. Conduzir um projeto-piloto;
7. Elaboração de um plano de implementação;
8. Realização da apresentação final.

A respeito de métodos de avaliação de requisitos de SIGs, em 2013 foi concebido pela *Urban and Regional Information Systems Association* nos Estados Unidos um “Modelo de

Maturidade de Capacidades do SIG”³⁰ (URISA, 2013), com o objetivo de prover a órgãos nos quais há um SIG corporativo, uma ferramenta de gestão desse sistema. O próprio nome do modelo leva a entender que seus idealizadores preveem uma tendência à “maturidade” dos SIG, ou seja, que ao longo do tempo os órgãos podem gradativamente atender a mais requisitos e propor melhorias nos dados existentes e propor aplicações e ferramentas mais ousadas a seus usuários. Nesse modelo, foram selecionados 23 requisitos de Capacidade de Realização (implantação de SIG) e 22 requisitos de Capacidade de Execução, os quais podem receber notas de 1,0 a 0,0 , com intervalos de 0,2 pontos no caso de atendimentos parciais, totalizando 45 requisitos. Os requisitos tratam de questões como: tecnologias de hardware e software; suporte e capacitação de usuários; disponibilidade de dados primários; investimentos, e; gestão organizacional.

Apesar da proposta metodológica em tela não se basear na “maturidade” proposta por esse e outros autores (ALRWAS et al, 2015; HARJU & TEINIRANTA, 2015), foi incorporado ao Esquema Vertical o conceito de que as tecnologias, o conhecimento das equipes e a qualidade e quantidade de informações disponíveis podem se desenvolver a qualquer momento antes, durante e depois da implementação de um SIG. Ainda, buscou-se cruzar este com o próprio desenvolvimento dos sistemas de saneamento urbanos, uma vez que os requisitos de tecnologia da informação e da qualidade dos serviços de água e esgoto podem estar conjugados.

Desta forma, o apoio bibliográfico permitiu que fossem elencadas 13 etapas sobre como as informações geográficas podem ser desenvolvidas e obterem amplitude em seu uso e divulgação, conforme listagem a seguir:

1 - Disponibilidade de informação: Um dado tem de existir, e ser confirmado por pelo menos um profissional ou um cidadão. Também, o dado deve ter precisão confiável para ser comunicado a equipes ou ser simplesmente publicado num papel ou plataforma digital. Na Libéria, uma experiência na aquisição de dados geoespaciais de estruturas de água e esgoto ocorreu logo após a Segunda Guerra Civil no país (1999-2003), quando o governo nacional solicitou que fosse feito um inventário georreferenciado em todo o território (ex: poços, latrinas, torneiras públicas, etc). Com a contribuição da ONG britânica WaterAid e do Banco Mundial, foi iniciado um projeto na plataforma digital FLOW, cuja instalação foi feita em smartphones com

³⁰ GIS Capability Maturity Model

GPS embutido para 150 funcionários, os quais mapearam 7.500 pontos no país em cerca de 30 dias deslocando-se com motos pelo país. O investimento total do projeto foi de US\$ 250.000,00 (BANCO MUNDIAL, 2011).

2 - Digitalização: Atualmente, os dados sobre sistemas de água e esgoto são realizados em computadores. No entanto, antes dos anos 1990 eles eram majoritariamente concebidos e desenhados em papel, nem sempre com georreferenciamento. Consequentemente, supõe-se que cidades com estruturas antigas não tenham esses dados digitalizados ainda hoje, devido à perda ou ausência de dados e dificuldades em realizar vistorias no subsolo. De acordo com CAMARGO (1997), quando desenhos em papel de estruturas hídricas e redes são convertidos em dados digitais, é necessário para esses estabelecer métodos de conversão, recuperação, edição, armazenamento, atualização, escala e mapa de base. A precisão das coordenadas é muito relevante para que sejam inseridos num SIG.

3 – Mapa de base: Enquanto as companhias produzem informações sobre suas estruturas, elas por si só nem sempre são capazes ou responsáveis em mapear as demais áreas e estruturas da área operada. Mapas de cadastro e propriedades, malha viária, uso e ocupação do solo, topografia e curvas de nível, hidrografia, áreas de conservação e restrição, redes subterrâneas como eletricidade, gás e telecomunicações, são cruciais para analisar como as estruturas hidráulicas podem impactar as respectivas localidades. Para SHAMSI (2005), é fundamental conceber um mapa de base apropriado para um projeto de SIG, o qual deve ser entendido como um conjunto de fundo de referências geográficas para as outras camadas de mapa, permitindo que essas sejam sobrepostas, analisadas e impressas em conjunto.

4 – Modelagem geoespacial: Para BALLEJOS & GIORGETTI (In BERNABÉ-POVEDA & LÓPEZ-VASQUEZ, 2012) um modelo de dados representa uma porção da realidade expressada de maneira simplificada, com o objetivo de gerar uma abstração que possa ser utilizada em aplicações para trabalho dessa informação. Nesta etapa, é comum as companhias solicitarem suporte externo, de especialistas e consultores em Geomática, pois este direcionará a forma como o banco de dados geográficos será trabalhado por toda a companhia no que tange a concepção dos

atributos descritivos de objetos, a forma de armazenamento dos dados, bem como cruzamentos e integrações de informações e de sistemas.

5 – Base de dados geoespaciais: Os dados geográficos devem ser agrupados e é recomendável estipular métodos de correção e atualização. Nessa etapa, ocorre o preenchimento dos dados solicitados nos campos (colunas), igualmente para os metadados e a simbologia dos objetos deve ser escolhida. Testes como os dados são recomendáveis para controlar a possibilidade de junção de tabelas, rastreamento e consultas, dentre outras tarefas que serão comumente executadas pelos usuários.

6 – SIG Corporativo: Nesta etapa, a base de dados geográficos está presente dentro de um sistema acessível por usuários em toda uma companhia. Um estudo de caso feito pela *United Nations Initiative on Global Geospatial Information Management* (UN-GGIM, 2014) demonstrou como o SIG corporativo beneficiou a companhia *Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger – SEAAL* na Argélia, entre 2006 e 2014. Neste período, 18.000 vazamentos foram registrados e a integração dos sistemas de água, esgoto e drenagem urbana puderam ser observadas para análises em conjunto para priorização de manutenções e concepção de novos projetos hidráulicos.

7 – Análise Espacial Simples: Análises de sobreposição, proximidade, tendências e cenários de objetos e eventos são exequíveis a partir do momento que dados das estruturas e operação estão disponíveis. Um exemplo de estudo de caso foi feito pela *Empresa de Acueducto Y Alcantarillado Aguas de la Habana* em Cuba sobre riscos de vazamento de tanques de cloro (utilizado no tratamento de água) nas áreas e comunidades próximas, em zonas em raios de 20m e de 100m de distância deste (CRUZ & NUÑEZ, 2012).

8 - Automatização: Quando os dados são frequentemente produzidos e os procedimentos analíticos possuem padrões repetitivos, é possível automatizar alguns desses processos por meio da criação de algoritmos e fluxos de trabalho (*workflows*). Em Taiwan, a *Water Corporation* promoveu um projeto para priorizar a substituição de

tubulações com base no SIG e em uma rede neural artificial (RNA) no vilarejo de Luodong (província de Taipei) para ações imediatas em ocasiões de terremotos em diferentes escalas, cujo resultado mostrou uma correlação entre a durabilidade do material das redes e a demanda por manutenção (HO et al. 2009). Na Áustria, SITZENFREI et al (2013) desenvolveram um sistema de abastecimento automático de água com base em informações de SIG (habitações e densidade demográfica), junto a algoritmos de concatenação gráfica das redes e nós de consumo, identificando resultados semelhantes aos de simulações hidráulicas feitas na realidade.

9 - Integração interna: Quando diferentes bases de dados podem ser cruzados (financeiro, laboratórios de qualidade, operação dos sistemas, recursos humanos, etc.) e os objetos aos quais se referem se tratarem de algo georreferenciável, tais dados podem ser representados cartograficamente. Na Cidade do Cabo - África do Sul, decidiu-se no *Water Service Department* implementar uma solução de *Enterprise Resources Planning (ERP)*³¹ em 2007 dada a dificuldade em manipular dados das novas municipalidades incorporadas em 2001 pela operação da companhia. Com a integração do ERP com o SIG por meio de uma plataforma SAP, foi possível ter maior controle de vazamentos e perdas, saldo de consumo por Distrito de Medição e Controle (DMC) e relatórios puderam ser feitos com maior frequência e detalhes (BAUMANN, 2007).

10 – Análise Espacial Complexa: Existem correlações entre os sistemas de abastecimento e esgotamento que vão além da operação e manutenção de rotina das companhias, tal como fragilidade de terrenos, controle de doenças de veiculação hídrica, atos de vandalismo em estruturas, impactos de obras no tráfego de veículos e riscos de contaminação da água abastecida quando essa atravessa áreas contaminadas. RAUEN (2014) e ORDÁS (2012) estudaram respectivamente em Guarulhos (Região Metropolitana de São Paulo) e na Cidade do Cabo como que fragilidades geológicas podem facilitar o rompimento de tubulações ou como que vazamentos podem ocasionar voçorocas ou abertura de cavidades quando a manutenção não é adequadamente planejada, ou se a tubulação é feita por material de menor

³¹ Plataforma de gestão organizacional que tem por objetivo a otimização de recursos humanos, financeiros e redução no tempo de realização de tarefas por meio de informações integradas e atualizadas em tempo real.

durabilidade. Análises complexas geralmente envolvem conhecimento interdisciplinar e podem demandar suporte de pesquisadores e da academia e, após experimentos, os métodos podem ser aplicados nas atividades de rotina.

11 – Integração Externa: Além das companhias de água e esgoto, outras instituições que se ocupam de meio ambiente, urbanização e construção, sistemas elétricos, distribuição de gás, transportes e logística, defesa civil, etc. podem precisar de informações geográficas sobre os serviços de água e esgoto, enquanto que informações produzidas por essas podem ser de interesse para o órgão. Caso as partes possuam informações confiáveis, possibilidades de compartilhar parcial ou totalmente as informações podem ser avaliadas para simplificação de processos de solicitação de informações, para acesso do SIG a representantes externos ou para criação de plataformas comuns junto a esses demais órgãos.

12 – Transparência aos cidadãos: Os cidadãos têm grande interesse nos serviços públicos, inclusive sobre água e esgoto, sobretudo quando ocorrem não conformidades. Um mapa pode responder a muitas dessas demandas e dar suporte à gestão de confiança e melhoria no índice de satisfação dos cidadãos. Na página eletrônica da Acea Ato 2 (Roma), há um mapa atualizado de turnos realizados em ocasiões de racionamento no fornecimento de água, identificando-se os horários e dias desses por meio de um clique sobre tais polígonos³². Na Cidade do México, a SACMEX disponibiliza mapas temáticos dos distritos abastecidos e a viabilidade de se estabelecer novos pontos de consumo³³. Informações sobre a operação, intervenções na rede, impactos no tráfego por motivo de intervenções, qualidade da água distribuída e outras variáveis podem ser apresentadas no formato cartográfico, seja em formato impresso ou digital (somente visualização ou interativo).

13 – Cidadão Participativo: Essa etapa se torna viável quando relações maduras de confiança entre a população atendida e o órgão são exequíveis em ampla escala e o processo pode ser facilitado quando proposto por iniciativa da companhia. ELWOOD (2012) aponta que a possibilidade de criação de plataformas de Informação Geográfica

³² <https://www.acea.it/it/acqua/ato-2/> - Consulta em: 20/12/2017

³³ <http://www.sacmex.cdmx.gob.mx/factibilidad> - Consulta em: 20/12/2017

Voluntária (VGI)³⁴ tem incentivado cidadãos por todo o mundo a elaborarem mapas coletivos e se manifestarem digital e cartograficamente na rede para os mais diversos fins. Plataformas compartilhadas como Wikimapia e OpenLayers oferecem gratuitamente resultados de mapeamento voluntário e, no caso dos serviços de água e esgoto, os cidadãos poderiam ser convidados pelas companhias ou por grupos independentes a elaborar esses mapas para suporte na melhoria de atendimento dos serviços e na concepção de projetos, especialmente em áreas marginais ou inadequadamente atendidas por esses serviços.

O levantamento bibliográfico e a organização dos fatores e aspectos relacionados ao tema das informações geográficas para o serviço de água e esgoto permitiram a elaboração do objetivo dessa pesquisa e a concepção da metodologia para a definição de critérios de consulta e exploração de dados.

2. Objetivo

Conceber método para orientação do uso e gestão de informações geográficas, aplicável a companhias de água e esgoto em metrópoles de contextos geográficos distintos, conferindo-se a aplicabilidade deste em estudos de caso na América do Sul (Fortaleza, Brasil), África (Nairóbi, Quênia) e Europa (Budapeste, Hungria).

Objetivos específicos:

1. Analisar e avaliar o uso e gestão de informações geográficas de companhias de água e esgoto por meio de 56 requisitos;
2. Com base nesses, identificar fatores que limitam ou promovem a produção e qualidade, gerenciamento, aplicação, obtenção e compartilhamento das informações geográficas em âmbito corporativo, com outras instituições e com os cidadãos atendidos pelos serviços;
3. Entender possíveis correlações dos resultados com o contexto geográfico local e índices de atendimento e qualidade dos serviços prestados.

³⁴ Volunteer Geographic Information - VGI

Hipótese: Sistemas de Informação Geográfica bem implementados podem contribuir na melhoria dos serviços de água e esgoto em diferentes metrópoles pelo mundo e, conseqüentemente, subsidiar ações como: projetos para populações ainda sem acesso aos serviços; planejamento de investimentos e melhorias na avaliação de demandas ?

3. Justificativa

O uso dos SIGs e informações geográficas para os serviços de água e esgoto pode oferecer uma gama de aplicações a seus gestores, operários e cidadãos atendidos. Para o caso específico desta pesquisa, são destacados os seguintes tópicos conceituais, tecnológicos e humanos para a melhoria desses sistemas e maior articulação dessas informações.

3.1. Importância da Tecnologia da Informação e de dados geoespaciais para planejamento e gestão da implantação, operação e manutenção dos sistemas de saneamento

O desenvolvimento da Informática, principalmente a partir do final dos anos 1980 com a criação da plataforma de desenho vetorial *Computer Aided Design* (CAD), propiciou aos profissionais do setor de saneamento a representação do cadastro das redes e estruturas em meio digital, com alta precisão métrica. Atualmente, a plataforma digital oferece muitas vantagens em relação aos registros manuais como o armazenamento de dados em pequenos equipamentos, o compartilhamento de arquivos em âmbito corporativo e a maior facilidade de se integrar e corrigir dados.

Uma vez que as redes e estruturas estão representadas e georreferenciadas na plataforma digital, outros processos são facilitados, como: a procura por informações específicas (rastreamento de dados); a correlação entre redes e topologia, endereços e usuário; a priorização de intervenção e manutenção em determinadas estruturas e áreas, dentre outros. A pesquisa buscou levantar aspectos válidos para as companhias e respectivos contextos, com exemplo:

- Capacitação profissional;
- Gestão e apresentação das informações consultadas;

- Definição das responsabilidades das partes interessadas internas e externas às companhias;
- Relações entre usuários e administradores dos sistemas quanto ao seu uso e limitações;
- Aquisição de novos equipamentos ou aplicação de novas tecnologias.

3.2. Campo de pesquisa aberto para o assunto

O assunto foi abordado por diversos pesquisadores e já existe uma gama de aplicações e estudos de caso sobre o uso de SIGs para os serviços de água e esgoto. Com exceção de algumas poucas obras que tratam dessa questão de maneira mais abrangente, sempre em âmbito do saneamento (CAMARGO, 1997; SHAMSI, 2005), a maioria dos estudos levantados, principalmente os artigos científicos, abordam o assunto em escalas menores, como uma única cidade, de uma única companhia ou de um único SIG. Também pouco foi observado a respeito do “fator humano” do uso de tais sistemas, principalmente nos estudos de caso, visto que não há relatos pessoais de usuários e gestores de sistemas e visões sobre as formas pelas quais os processos humano e institucional influenciam na implantação e desenvolvimento do sistema.

Nesta pesquisa o tema foi tratado em nível global e multicontextual (nos âmbitos técnico, humano e multidisciplinar) de modo que diferentes realidades puderam ser vistas sob um mesmo ângulo de trabalho e dificuldades e soluções foram levantadas e destacadas como fatores que podem ocorrer em diversas companhias de saneamento pelo mundo. A pesquisa consistiu em identificar padrões, tendências, orientações, correções e expectativas quanto à implantação e uso de informações geográficas que sejam comuns, buscando-se criar um roteiro para orientação e desenvolvimento do assunto.

3.3. Limitação de aplicações dos SIGs por falta de conhecimento técnico ou de verbas

Formar um indivíduo especializado em Geomática e Sistemas de Informações Geográficas demanda tempo e, contratar um especialista desses assuntos para trabalhar numa companhia de saneamento não é comum, visto que a necessidade de tal funcionário pode ser limitada em relação às frentes gerais de trabalho. Nestes casos, as companhias costumam contar com consultorias externas, que podem ou não ser as mesmas que lhes venderam

softwares de SIG, para acompanhá-las principalmente na etapa de implementação, mas também com manutenções e atendimento futuros.

Considerado o contexto e o interesse mercadológico das consultorias e revendedoras de softwares, nem sempre os clientes (as companhias) possuem suas demandas atendidas devido a custos extras a serem cobrado, à isenção de cláusulas específicas nos contratos de prestação de serviço ou nos Termos de Referência para determinados problemas, à falta de conhecimento técnico e criatividade por parte dos funcionários da companhia em argumentar com os consultores sobre o funcionamento e uso do SIG, etc. Tais fatores podem limitar o uso das potencialidades de um SIG, fazendo com que as companhias acabem em certos casos a despender recursos para novos projetos ou em outras plataformas digitais desnecessariamente.

3.4. Mudanças de paradigma e perspectiva holística dos SIGs

Em 1997, época em que poucas companhias de saneamento usavam SIGs, CAMARGO afirmava “existir nessa metodologia um grande potencial para definição de unidades territoriais de análise para questões de inter-relacionamento do uso e ocupação do solo e o meio ambiente” (p.12, 1997)³⁵. Ao longo das duas décadas que se passaram, foram desenvolvidos novos métodos, aplicações e melhorias das plataformas digitais.

Devido ao SIG trabalhar com informações georreferenciadas de qualquer natureza (sanitária, ambiental, socioeconômica, etnocultural, militar, etc.), o uso de instrumentos de análise espacial e geoestatística possibilitaram o descobrimento de tendências espaciais entre objetos e fenômenos tais como proximidades, sobreposições e análises temporais de alterações e da configuração sobre o espaço geográfico.

Usar o SIG somente com a finalidade de cartografar redes e estruturas hidráulicas é limitado perante a sua capacidade de manipular e analisar dados vetoriais, rasters (imagens de pixels) e dados alfanuméricos, por relacioná-los de diversas maneiras.

Um exemplo deles são os sistemas integrados a SIGs. Tratam-se de sistemas que ligam dados administrativos e operacionais que, quando coligados a objetos georreferenciados, possibilitam aos usuários visualizar tais dados numa plataforma única e de representação cartográfica. A companhia Publiacqua na região da Toscana, Itália (ACEA, 2014) e o órgão dos serviços de saneamento da Cidade do Cabo na África do Sul (BAUMANN, 2007) são alguns dos exemplos de empresas que optaram por tal integração, obtendo resultados

³⁵Grifo original do autor.

positivos na economia de recursos e de tempo para certas operações.

3.5. Associação entre o Saneamento Básico e a Saúde Pública

Assim como as informações sobre o saneamento podem ser mapeadas, o mesmo vem sendo feito com questões de saúde pública. A sobreposição de informações pode colaborar na priorização de áreas para a implantação de sistemas de abastecimento, de esgoto e de drenagem para controle epidemiológico.

Uma das epidemias que tem preocupado o Brasil e outros países tropicais é a do vírus Zika, transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti* também transmissor da Dengue e da Chikungunya, o qual se prolifera preferencialmente em poças e recipientes de água parada, condição frequente em áreas onde há deficiência de serviços de saneamento como a coleta de esgoto e de resíduos sólidos. Tendo em vista a preocupação global de seu contágio, a organização Health Map sediada no Hospital para a Criança de Boston desenvolveu uma plataforma digital com dados espaciais a respeito da incidência da doença por todo o globo, junto a uma equipe internacional de profissionais da saúde que alimentam os sistemas com tais dados³⁶.

Em Bangladesh, realizou-se um estudo comparativo entre a estatura média de crianças e as condições de saneamento básico em suas residências e comunidades (BANCO MUNDIAL, 2014). Por meio da análise de sobreposição de fenômenos distintos, o país atualmente monitora em áreas urbanas e rurais os impactos da implantação de sistemas de saneamento na melhoria das condições de saúde pública para subsídio de planejamento e novos projetos. Nessa pesquisa foram marcados o endereço das crianças num SIG e, periodicamente, foram usados índices como Estatura Média por Taxa de Mortalidade Infantil, Estatura Média por Defecação a Céu Aberto e Densidade Demográfica em Distritos Urbanos e Rurais. Algumas das principais conclusões do estudo foram:

- A melhoria dos índices de altura ideal é inversamente proporcional à taxa de mortalidade infantil;
- Áreas de alta densidade demográfica e sem sistemas de água potável e/ou esgotamento sanitário provocam impacto negativo maior que áreas de menor densidade demográfica;

³⁶ Mapa disponível em: <http://www.healthmap.org/zika/#timeline> – acesso em: 10/12/2018.

- A estatura média das crianças está diretamente associada às condições de saneamento no ambiente no qual elas vivem.

Esses e outros estudos mostram que informações de saúde pública e de saneamento podem estar correlacionados e, por meio desses, é possível realizar análises espaciais para elencar áreas de prioridade de intervenção e melhorias nos sistemas de saneamento e de qualidade de vida.

3.6. Divulgação Digital da Pesquisa

As plataformas digitais e jogos eletrônicos vêm conquistando positivamente espaço na Educação e como instrumento didático por se tratar de uma atividade em que os alunos podem ser estimulados a agir e não a receber informações passivamente. No caso da Geografia na sala de aula, PEREIRA (2012) levantou sete jogos eletrônicos específicos para o ensino da disciplina e se aprofundou sobre um deles, específico para Geomorfologia, exemplificando de que maneira os professores poderiam se utilizar do jogo como recurso pedagógico.

Outra forma de difusão do conhecimento empregada com êxito é o Ensino a Distância (EAD), pelo qual alunos podem fazer cursos por meio de acesso a plataformas digitais, sem o uso de sala de aula ou ambiente físico fixo. FLORENZANO et al. (2011) propuseram dois cursos de EAD sobre geotecnologias para professores do ensino fundamental e médio e apontaram vantagens como o acesso a áreas isoladas, maior capacitação dos professores e despertar do interesse dos seus respectivos alunos. Apesar disso, eles e tantos outros autores defendem que o EAD jamais substituirá plenamente a presença física do professor, sendo que o seu uso deve ser complementar à educação de base.

Deste modo, acredita-se que o conhecimento adquirido nessa pesquisa possa ser retransmitido dessa maneira para maior repercussão, além da Tese, de publicações em eventos e revistas dessa área do conhecimento e de minicursos para profissionais e a estudantes.

4. Metodologia

A partir dos principais desafios e questões levantados no 1º Capítulo – “O Desafio Global dos Serviços de Água e Esgoto”, foi elaborada a metodologia para a investigação do uso e gestão de informações geográficas em escala metropolitana. Os procedimentos que deram base à concepção do roteiro semiestruturado, os critérios para a seleção das cidades e respectivas companhias de água e esgoto estudadas e a forma como os resultados foram

analisados encontram-se nos itens a seguir.

4.1. Levantamento Bibliográfico

Esta etapa foi desenvolvida para suporte teórico e prático. Tendo em vista o objeto de estudo em perspectiva multidisciplinar e tocante aos serviços de água e esgoto pelo mundo, foi necessário consultar livros e periódicos científicos com referências a dezenas de países, em atendimento à proposta **global** deste estudo.

Num levantamento prévio realizado na Scientific Electronic Library Online – Scielo em março de 2015, foram identificados 48 artigos que eram de interesse para a pesquisa e puderam servir de contribuição por tratarem de questionamentos e aplicações dos SIGs. Além desse, o canal USP de Biblioteca Virtual e acervos online foi de extrema valia para o andamento dessa pesquisa, principalmente as plataformas Web of Science, Science Direct e Periódicos da CAPES, as quais foram consultadas para buscar artigos científicos mais recentes, majoritariamente a partir de 2010.

Outro catálogo consultado foi o Dedalus, que reúne informações das bibliotecas da Universidade de São Paulo – USP e o Portal de Teses, no qual foram encontradas pesquisas que abordaram temas relevantes para trabalho.

As principais fontes de embasamento e informação foram as seguintes:

1. Estudos de caso de análises espaciais e aplicações SIG, envolvendo sistemas de água e esgoto, gestão de recursos hídricos e de bacias hidrográficas.

A consulta foi realizada com a expressão *water gis* para o título das publicações. A consulta foi feita durante diversas etapas desta pesquisa, sendo o resultado em 24/09/2017 o seguinte:

- **Web of Science:** 707 artigos
- **Science Direct:** 116 artigos
- **Periódicos CAPES:** 969 artigos

Devido à amplitude de aplicações de SIGs para o termo *water* como Meteorologia, Agronomia, Geografia, Química, Oceanografia, dentre outros, foram selecionados somente aqueles que tocassem diretamente aplicações em sistemas de água e/ou esgoto e gestão de recursos hídricos em áreas urbanas. Muitas das publicações se

repetiram nas diferentes bases bibliográficas consultadas.

2. Consulta aos teóricos sobre a Cartografia e Ciências das Informações Geográficas.

Ao longo da pesquisa, buscou-se embasar conceitos e aplicações de informações geográficas com base em autores de reconhecimento internacional que desenvolveram arcabouço teórico no assunto. Foram coletados artigos e obras desses em diferentes períodos, inclusive para identificar transformações que ocorreram no meio tecnológico e acadêmico.

Autores: Sarah Elwood; Michael Goodchild; Linda Tomaselli; Rebecca Somers, e; Francis Taylor.

3. Relatórios de órgãos internacionais, nos quais se ilustram e são analisados a gestão de serviços de água, esgoto e recursos hídricos em aspectos socioambientais e financeiros.

A leitura teve o intuito de evidenciar os principais entraves para melhoria e ampliação desses serviços, com atenção especial a populações mais pobres e países subdesenvolvidos, para dar suporte à concepção de perguntas específicas ao assunto e entender a relevância das informações geográficas neste contexto.

Bases: ONU ; Banco Mundial; União Europeia.

4. Manuais e *guidelines* sobre o desenvolvimento de SIGs, de preferência com ênfase em serviços de água e esgoto em áreas urbanas.

Tais publicações buscaram identificar o passo a passo da coleta e digitalização de dados até o resultado final de uma rotina de consultas e análises num sistema. As diferenças e semelhanças entre os países foram necessárias para que a concepção do roteiro semiestruturado atendesse à diversidade de locais proposta na pesquisa.

Bases: órgãos de governos nacionais ou regionais relacionados a IDEs, SIGs, saneamento, meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento urbano, etc.

5. Artigos, teses e páginas de internet referentes à história, políticas sanitárias, sítio urbano e sistemas de água e esgoto das cidades estudadas na pesquisa.

A caracterização histórico-geográfica das cidades deu suporte para a compreensão do desenvolvimento dos serviços de água e esgoto, populações beneficiadas ou excluídas ao longo do tempo, conflitos sociais e ambientais que possam afetar ou ter afetado o

processo de universalização, resoluções de problemas enfrentados, perspectivas urbanas, dentre outros. Tal base colaborou na identificação de informações geográficas prioritárias para essas cidades, sejam as dos serviços de água e esgoto ou de outros aspectos urbanos.

Palavras para a busca: Fortaleza; Nairóbi; Budapest.

Bases: Páginas eletrônicas oficiais (órgãos de estatística, prefeituras, companhias de água e esgoto); bancos de publicações de universidades e instituições locais; artigos identificados nas bibliotecas virtuais já mencionadas.

6. Busca específica de literatura científica referente a perguntas que foram concebidas no roteiro.

Tendo em vista que essas trataram de assunto de cunho corporativo (recursos humanos, prioridades de ações, relações com outras instituições), foi necessária a consulta mais específica sobre os tópicos abordados para fundamentar e justificar as perguntas relacionadas aos requisitos analisados. As buscas foram feitas nas três bases de publicações já mencionadas, com as palavras-chave indicativas de cada pergunta, conforme a Tabela 3 na página 68.

7. Livros que tratam profundamente do assunto estudado.

No caso, foram selecionados aqueles que tratam exclusivamente de SIGs e Informações Geográficas, bem como sistemas de saneamento (água e esgoto), ou que cruzam ambos os assuntos. As principais obras literárias que deram suporte a essa pesquisa nas suas diferentes etapas foram as seguintes:

- **BENABÉ-POVEDA, M.A; LÓPEZ-VÁZQUEZ, C.M.** *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Universidad Politecnica de Madrid. 2012. Madri, Espanha.
- **LONGLEY, P.A. et al.** *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica – 3ª Edição*. Editora Bookman. Porto Alegre.
- **SHAMSI, U. M.** *GIS applications for Water, Wastewater and Stormwater Systems*. Editora CRC Press Book. 2005. Estados Unidos.
- **TSUTIYA, M. T.** *Abastecimento de Água – 4ª edição*. Departamento de engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São

Paulo – EPUSP. 2006. São Paulo.

4.2. Mapeamento da Bibliografia

Foi criado um mapa ilustrativo com os países onde foram produzidos os materiais consultados e citados neste trabalho, com o objetivo de comprovar o objeto de estudo numa escala global e indicar as realidades geográficas distintas, as quais deram suporte na concepção de demandas e dos requisitos para o roteiro semiestruturado. Considerou-se, no caso, os países onde foram produzidos esses documentos, ou então os locais para onde esses materiais buscaram aplicação³⁷.

Observa-se na Figura 9 que áreas bastante distintas do globo foram contempladas, totalizando documentos de 44 países, nos 5 continentes. O embasamento confirma que ações relacionadas aos requisitos contemplados no roteiro e, especialmente, sobre o tema da pesquisa, já se confirmam de alguma forma aplicáveis em todo o mundo, de cidades desenvolvidas em países ricos a favelas e áreas e áreas urbanas pobres em países de baixo IDH.

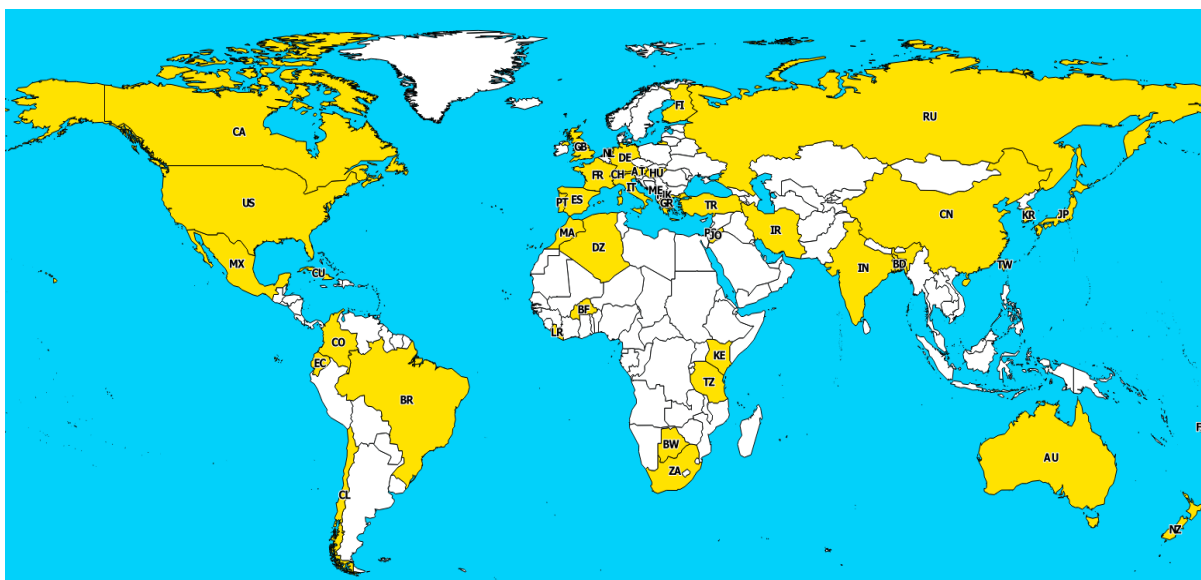


Figura 9: Países contemplados na bibliografia e no levantamento de dados

³⁷ Por exemplo, se um grupo de pesquisadores do país “A” elaborou uma pesquisa a respeito de um fato do país “B”, no caso o país “B” que foi computado. Quando o material não teve localidade específica (exemplo: artigos teóricos), foi computado o país de origem da instituição e não a nacionalidade do primeiro autor.

4.3. Etapa exploratória

Antes da elaboração do roteiro semiestruturado, foram realizadas doze entrevistas com profissionais na cidade de São Paulo – SP, das áreas de geotecnologias, água e esgoto, meio ambiente ou com aqueles que trabalhassem simultaneamente com mais de uma dessas áreas de conhecimento. Nessa amostragem, foram elencados profissionais com diversos níveis de conhecimento cartográfico e de SIGs, desde os que exercem funções como interpretação de mapas para tomada de decisões, a técnicos especialistas em geotecnologias que manipulam dados geoespaciais e produzem material cartográfico, além de administradores de sistemas de plataformas SIG corporativas.

Com cada um deles foi aplicado um breve questionário para compilação de dados pessoais (nome, idade, profissão, cargo e entidade onde trabalha) e, em seguida, foi feita uma entrevista com base em um roteiro aberto, no qual poderiam livremente discorrer dos seguintes tópicos e com perguntas complementares para refinamento das informações e ideias obtidas:

- Histórico profissional e experiência na elaboração e manuseio de mapas;
- Experiências com SIGs e geotecnologias;
- Armazenamento e compartilhamento de informações geográficas no local de trabalho;
- Integração da equipe a qual pertence com as demais equipes e funcionários do local de trabalho;
- Obstáculos enfrentados no desenvolvimento de projetos de mapeamento;
- Nível de conhecimento do profissional e dos colegas sobre cartografia;
- Aplicações habituais de informações geográficas na empresa; perspectivas futuras das geotecnologias;
- Gestão de sistemas de informação;
- Visão pessoal sobre o futuro das informações geográficas no local onde trabalha e no mundo.

O objetivo dessa etapa foi o de identificar potenciais aplicações, requisitos, gargalos

tecnológicos e/ou institucionais e desafios para a produção e compartilhamento de dados geoespaciais para dar subsídio à elaboração do roteiro semiestruturado. Pode ser conferido na Tabela 2, o perfil dos entrevistados:

Tabela 2: Perfil dos Entrevistados

N.	Profissão	Gênero	Idade	Local de Trabalho
1	Engenheiro Civil	M	50	Consultoria de Engenharia
2	Engenheiro Civil	M	40	SABESP
3	Engenheiro Civil	M	58	Secretaria Estadual de Saneamento e Recursos Hídricos (SP)
4	Geógrafo	M	33	CETESB
5	Geógrafo	M	46	SABESP
6	Geógrafo	M	35	USP
7	Geógrafo	M	37	CETESB
8	Geógrafa	F	50	CETESB
9	Analista de Sistemas	F	50	Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SP)
10	Geógrafo	M	35	Escola Particular
11	Economista	M	40	Empresa de Geolocalização
12	Analista de Sistemas	M	35	Empresa de Geolocalização

A convergência de ideias e respostas entre os entrevistados, mesmo considerando as formações e atuações em instituições distintas, conduziram ao levantamento das seguintes informações:

- Os benefícios das geotecnologias estão em expansão e muito ainda pode ser desenvolvido e melhorado nos mais diversos setores, inclusive em saneamento básico e recursos hídricos. Elas contribuem para maior percepção dos indivíduos em relação ao meio onde vivem e convivem;
- O desejo e a tendência de armazenar dados geoespaciais num banco de dados unificado dentro das instituições é constante. Todos concordaram que compartilhar informações facilita o trabalho de mapeamento dos colegas da mesma equipe e de outras equipes integrantes da mesma instituição;
- A contratação de empresas terceirizadas na digitalização de informações e na criação de infraestrutura para armazenamento, compartilhamento e disposição das informações geográficas é comum em instituições maiores. Os editais, termos de referência e contratos podem fazer toda a diferença durante a prestação do serviço. Com frequência é mantido um contrato para a gestão e manutenção da infraestrutura mesmo após a implantação do SIG corporativo;

- Os obstáculos enfrentados para a integração dos SIGs a outros sistemas e bancos de dados se devem principalmente aos seguintes motivos: resistência cultural da organização; sobrecarga da equipe/instituição responsável pela unificação; amplo trabalho no levantamento dos dados disponíveis em cada unidade; desinteresse de uma ou várias partes interessadas em arcar com novas responsabilidades; dificuldades na negociação (divisão de tarefas, finanças); atrito entre as atuações de instituições (ex: concorrência, poder de fiscalização ou desigualdade hierárquica, etc.);
- Os efeitos de padronização de operações e formatação de dados facilitou o diálogo entre as partes e o cumprimento de processos. No entanto, podem ocorrer sugestões e críticas a qualquer momento, cabendo aos envolvidos na gestão do sistema julgarem o que for pertinente;
- Em todo o processo há campanhas de capacitação profissional para apresentar a ferramenta e seus usos aos funcionários, seja por meio formal ou informal, visto a manipulação de dados geoespaciais se tratar de um assunto novo para a maioria deles;
- A consulta aos demais funcionários das companhias se faz necessária no processo de implantação dos SIGs corporativos. No entanto, nem sempre essa proximidade com eles é mantida ao longo do tempo. Apesar disso, o desejo dos gestores e administradores SIG em ter maior conhecimento das impressões e repercussões aos demais funcionários foi unânime.
- Cultura e Geografia estão diretamente relacionadas nos modelos de sistemas e na composição das informações, dos objetos e atributos. Apesar da preponderância da visão americana de Geografia, essa pode ser adaptada às realidades locais, bem como outras visões consolidadas podem ser empregadas (russa, japonesa, alemã, brasileira, etc.).

4.4. Esquema Horizontal – Aspectos e Partes Interessadas

Considerando-se a bibliografia referente ao tema, viu-se entre os autores a necessidade de se diagramar, por meio de desenhos, esquemas e fluxogramas, o conhecimento e os dados que vinham sendo investigados. Primeiramente, foi concebido um desenho pelo qual os diferentes assuntos, os profissionais e partes interessadas em projetos de banco de dados

geoespaciais e plataformas para serviços de água e esgoto tivessem relevância.

Com base na bibliografia e nas entrevistas da etapa exploratória, foi concebido um primeiro esquema denominado por “horizontal”, pois identifica os fatores necessários de diálogo e participação de modo que um SIG de uma companhia de água e esgoto alcance resultados desejáveis em aspectos tecnológicos, corporativos e sociais.

No intuito de ampliar essa visão e direcioná-la ao objeto de estudo dessa pesquisa, o Esquema Horizontal foi elaborado considerando 4 frentes, cada uma subdividida em 3 variáveis e 2 eixos, que conectam as frentes que estão em lados opostos. Primeiramente, será apresentado o eixo da Realidade (Geografia) - Realidade Representada (Tecnologia). Em segundo, será apresentado o eixo da relação Gestão (Administração) – Operação (Saneamento) dos sistemas de água e esgoto.

Na Figura 10, está representada a forma e desenho do esquema horizontal, em sua composição de variáveis, frentes e eixos:

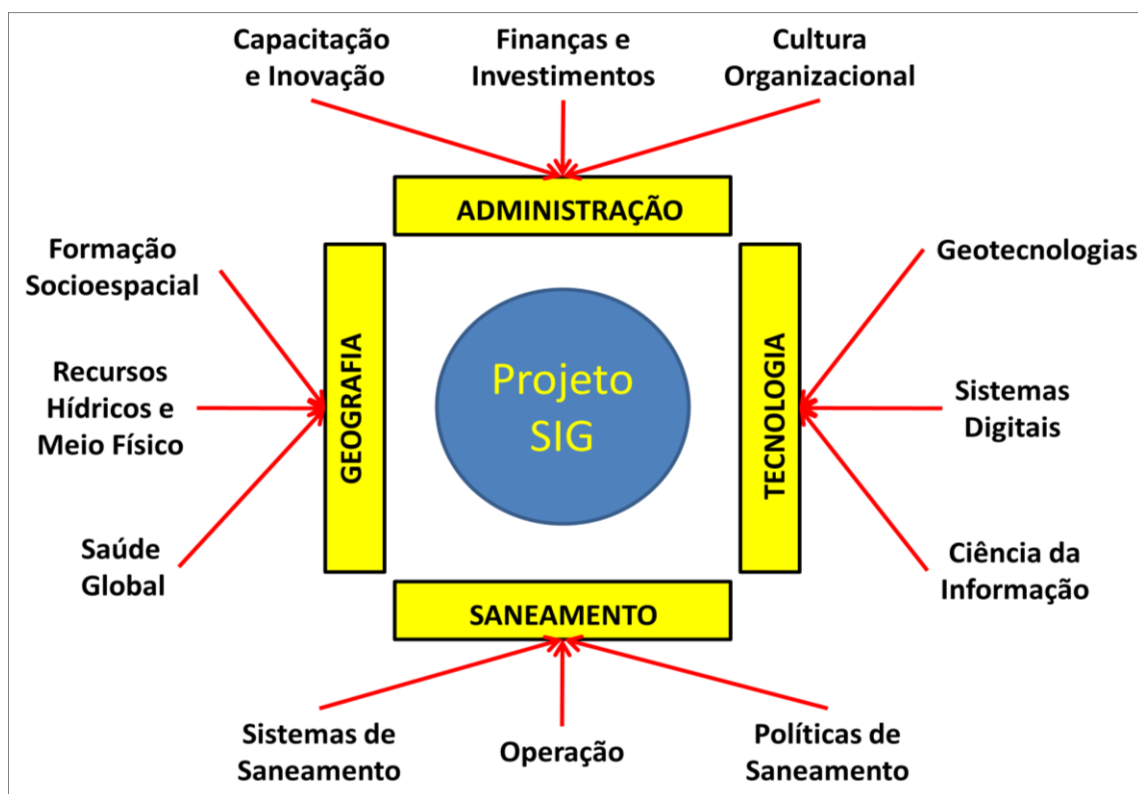


Figura 10: Esquema Horizontal – Aspectos e Partes Interessadas

4.5. Esquema Vertical – Desenvolvimento e Amplitude

A concepção do Esquema Vertical, o qual deu base para a definição dos atributos, se baseou em dois eixos. O primeiro se refere às *potencialidades* no que tange as informações geográficas, aprofundando-se nos métodos aplicados em criar e utilizar uma mesma informação de maneiras múltiplas e criativas. O outro eixo se refere ao *acesso* a essa informação, partindo-se do pressuposto que a influência direta ou indireta dessa informação pode afetar somente um único funcionário de um órgão até toda a população da área atendida por ela. Buscou-se nesse esquema cruzar as informações da lista ordenada de SHAMSI (2005), o fluxo de trabalho de Drew Clarke e o modelo do URISA, bem como incorporar outros requisitos atuais sobre as geotecnologias específicos para serviços de água e esgoto, ou ainda aquelas pouco exploradas nesse tipo de serviço, observadas na bibliografia.

No eixo das potencialidades, foram definidas as seguintes etapas, na seguinte ordem:

- **Percepção:** O reconhecimento de um indivíduo sobre determinado objeto ou fenômeno no ambiente e a interpretação mental dos dados e informações expressas;
- **Digitalização:** A possibilidade de se representar no meio digital aquilo que foi percebido;
- **Modelagem de dados:** Conjunto de regras e padrões para que os dados digitalizados possam ser classificados, rastreados e analisados num banco de dados computacional;
- **Sistema Digital:** Conjunto de interface e ferramentas para a manipulação, criação, visualização e atualização de dados digitais;
- **Análise Espacial:** Procedimento operacional para a identificação de padrões, tendências e resultados do conjunto de dados explorados, podendo ser automatizada quando se torna um processo ou necessidade rotineiros;
- **Divulgação:** Capacidade de compartilhar e transferir informações para fora do sistema corporativo e da companhia, de maneira simplificada e segura cibernético e juridicamente, ou por meio de quaisquer mídias, inclusive as não digitais.

No eixo do acesso, foi definido o alcance dos dados em relação à sociedade, conforme as etapas propostas abaixo.

- **Indivíduo:** Somente uma única pessoa tem conhecimento do dado.
- **Equipe:** O dado geoespacial é acessível somente por aqueles que pertencem a um grupo específico na companhia de água e esgoto (p.ex: grupo de trabalho, setor, equipe, departamento, etc.);
- **Corporativo:** O dado pode ser acessado por funcionários de diversos departamentos de uma mesma companhia, geralmente, por meio de um sistema de informação;
- **Outros Órgãos:** O dado pode ser adquirido/acessado por interessados externos ao órgão, por meio de solicitações formais e acordos, envios de arquivos, ou mesmo por serviços (automaticamente via redes ou pela internet);
- **Cidadãos:** O dado pode ser adquirido/acessado por qualquer cidadão, por meio de solicitação formal ou diretamente via internet.

No intuito de cruzar o eixo das potencialidades com o da divulgação, a proposta do Esquema Vertical conta com 13 atributos que foram ordenados de acordo com a etapa dos eixos apresentada nos parágrafos anteriores. Em observância à enorme quantidade de dados que uma companhia de água e esgoto de âmbito metropolitano detém, é possível que para diferentes tipos de dados geográficos a companhia atenda de forma diferenciada os passos propostos para os dois eixos, sendo algumas das etapas mais ou menos desenvolvida que outras, independentemente de sua ordem. Assim, não se vê necessário o cumprimento, nesta ordem, dentro de uma companhia, como será observado e discutido nos resultados dessa pesquisa.

O eixo das Potencialidades e o do Acesso foram unidos num gráfico de plano cartesiano (Gráfico 1), o qual propõe que maior sendo o acesso das pessoas a determinados dados e informações geográficas, maiores possibilidades de uso podem ser aplicadas devido a este estar disponível a uma gama maior de cidadãos e de profissionais com formações e interesses distintos. Ressalta-se que compartilhar só se torna viável com flexibilidade, robustez e equipamentos eletrônicos interconectados e interoperáveis.

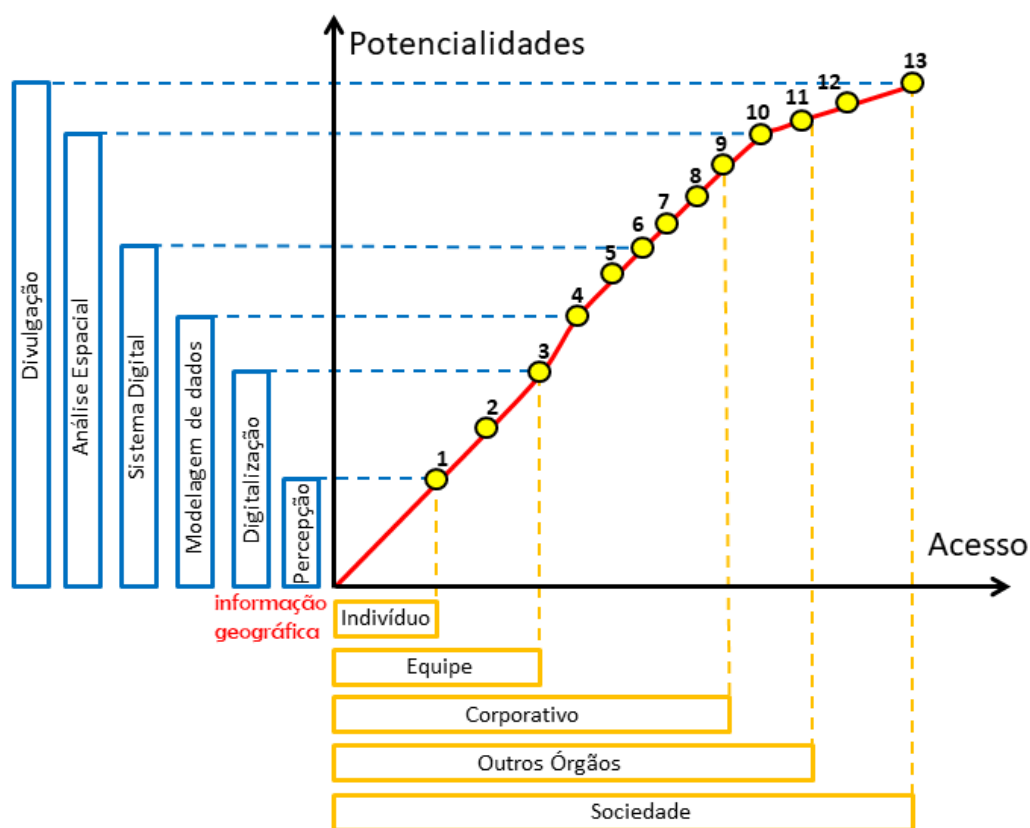
Por outro lado, para que o Acesso seja amplificado, é necessário haver critérios de qualidade e precisão para esses dados e informações de modo a não provocarem interpretações dúbias por terceiros, bem como meios tecnológicos e concordância

institucional e política para que essas sejam compartilhadas com o público externo às companhias.

No caso das Potencialidades (eixo vertical), entende-se que graus mais elevados podem ser atingidos após a incorporação de etapas quanto ao uso e gestão de informações geográficas. Apesar do Esquema Vertical ordenar as etapas, ressalta-se que o grau de interdependência delas é parcial, sendo que atributos poderão ser sempre isoladamente trabalhados dentro de uma companhia e contribuindo para a melhoria na pontuação de outros atributos. Quanto ao acesso, esse é entendido com a quantidade de pessoas que poderão criar, consultar e aplicar essas informações, a qual cresce conforme uma progressão geométrica partindo-se de um indivíduo e percorrendo graus de compartilhamento que podem chegar até a toda a sociedade.

A função que correlaciona os valores dos eixos Potencialidades e Acesso é aproximada, e constitui uma espécie de curva logarítmica com vértice num ponto “0,0”, o qual significa “ausência de informação/ninguém obtém a informação”, com direção a um infinito de possibilidades em ambos os eixos. Os passos seguintes são primordiais para que os sucessivos possam também ser realizados, o que justifica os avanços maiores no início do eixo, com tendência à estabilização quando mais atributos passam a configurar a rotina corporativa.

Buscou-se na análise das respostas aos 56 requisitos formatados em perguntas, relativas aos 13 atributos, uma forma de apresentar quantitativamente resultados do objeto de estudo.



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Disponibilidade de Informação | 8. Automatização |
| 2. Digitalização | 9. Integração de Sistemas Internos |
| 3. Mapa de Base | 10. Análise Espacial Complexa |
| 4. Modelagem Geoespacial | 11. Integração de Sistemas Externos |
| 5. Dados Geoespaciais | 12. Transparência e Comunicação |
| 6. Sistema de Informações Geográficas | 13. Cidadão Participativo |
| 7. Análise Espacial Simples | |

Gráfico 1: Esquema Vertical

4.6. Instrumento para Coleta de Dados Primários

Para que as questões, aspectos e requisitos do levantamento bibliográfico fossem contemplados, assim como as informações das entrevistas na etapa da análise exploratória e consultas aos materiais produzidos pelas prestadoras de serviços de água e esgoto, o roteiro foi identificado como instrumento para uniformizar o método e permitir que este fosse igualmente reproduzido nos órgãos estudados. Nesse sentido, buscou-se elaborar o roteiro com vocabulário acessível para a área de especialidade dos profissionais contemplados nas entrevistas.

O roteiro teve por objetivo cruzar todo o corpo de conhecimento contido nos esquemas

horizontal e vertical dos itens anteriores. Para isso, foi usado como base o esquema vertical, o qual deu ordenamento aos atributos e às perguntas realizadas. Para cada um dos 13 atributos do esquema vertical, foram elaboradas perguntas que também remetessem a alguma variável do esquema horizontal. Para este segundo esquema, foi observado que uma mesma pergunta poderia se enquadrar em mais de uma variável e, em tais ocasiões tomou-se a variável mais relevante para esta como a única correspondente.

Tendo em vista que os requisitos propostos poderiam ter vasta interpretação ou direcionar-se, excessivamente, para questões que não lhes fossem de relevância, buscou-se na elaboração do roteiro uma forma de deixar os entrevistados à vontade para falarem do assunto e que, ao mesmo tempo, obtivesse referências para que os aspectos essenciais do requisito fossem captados para a futura análise dos dados. Dessa forma, concluiu-se que um roteiro com perguntas semiestruturadas seria o instrumento ideal para a pesquisa, por simultaneamente tocar os pontos essenciais sobre os requisitos estudados e permitir ao entrevistador e aos entrevistados que informações não previstas pudessem ser contempladas.

Quanto à aplicação do roteiro semiestruturado, ela foi integralmente assistida, de maneira a evitar o *Efeito Hawthorne*, no qual entrevistados tendem a dar respostas distorcidas (em geral para positivo) devido ao efeito motivacional de observação. A assistência na pesquisa possibilitou que houvesse o cruzamento de informações prestadas por entrevistados em diversas equipes a respeito de um requisito e que as notas pudessem ser atribuídas conforme um único ponto de vista, do pesquisador.

Os passos tomados na elaboração do roteiro semiestruturado foram os seguintes:

- Concepção do requisito por meio de uma palavra ou uma breve expressão, baseado em um atributo (esquema vertical) e uma variável (esquema horizontal);
- Criação de uma pergunta, de uma única frase, para traduzir de forma clara o requisito para traduzi-lo e facilitar a interpretação do(s) entrevistado(s). Eventualmente, algumas perguntas foram acompanhadas de tabelas que foram completadas conforme as respostas dadas no andamento das entrevistas;
- Pelo fato da maior parte das perguntas serem de caráter qualitativo, elas foram contempladas todas com somente 4 respostas de referência, de modo que pudessem ser analisadas, avaliadas e pontuadas de forma semelhante.

Foram concebidas 56 perguntas, para as quais foi estabelecida uma pontuação variável de 0 a 3, sendo 0 a mínima e 3 a máxima para cada, considerando-se a coleta dos dados primários relativas a eles, as quais foram feitas com base em uma ou mais entrevistas. A pontuação “0,0” indicou não haver mobilização na companhia a respeito do determinado requisito, ou que então este vem sendo trabalho de maneira desestruturada a ponto de não apresentar resultados mínimos. A pontuação “3,0” indicou ter havido êxito e exemplos reais na companhia para o atendimento satisfatório ao requisito, enquanto as pontuações “1” e “2” se apresentaram como intermediárias entre os extremos. Nestes casos, foram dadas frações de 0,5 pontos à pontuação final e as justificativas foram apresentadas nas discussões dos resultados. As respostas foram sempre exclusivas, ou seja, somente uma única pontuação poderia ser dada conforme a situação do atendimento ao requisito naquele momento e na respectiva companhia.

Na Figura 11, é apresentado um exemplo de como as respostas de referência foram concebidas e a flecha vertical indicando a pontuação progressiva.

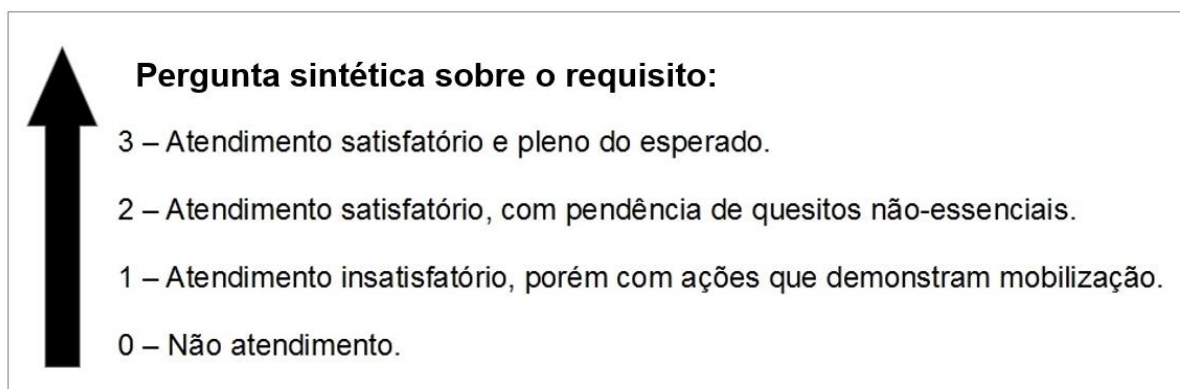


Figura 11: Pontuação quanto ao atendimento das perguntas do roteiro

No intuito de uniformizar o tratamento das informações do levantamento bibliográfico e do Esquema Vertical, os atributos foram constituídos por 4 ou 5 perguntas. Os casos de 5 perguntas foram aqueles em que o atributo tratava de assunto mais amplo sobre o uso e gestão de informações geográficas. O código de cada pergunta foi concebido por um número arábico (referente ao atributo) e uma letra, conforme ordem alfabética. Ainda, para facilitar a identificação de cada pergunta, foi utilizada uma expressão que resume o requisito tratado na pergunta.

Na avaliação, foi considerado somente aquilo já existente ou implantado nos órgãos, sendo que projetos futuros foram discutidos neste trabalho. Considerando-se a possibilidade

de desvios de interpretação quanto à pontuação dos requisitos, as informações de um ou mais entrevistados relativos a cada requisito e a cada órgão foram expostos neste trabalho para livre interpretação, bem como o roteiro semiestruturado original, o qual se encontra no Apêndice 1 desta Tese.

Ressalta-se que o roteiro semiestruturado é inédito, sendo que na Bibliografia foram contemplados os trabalhos levantados que mais se aproximariam da metodologia proposta nesta pesquisa.

Para cada um dos requisitos foram definidos pesos para a pontuação final, cujo esforço se baseou em dar a eles maior ou menor relevância para o tema da pesquisa. Isso se deve em conta ao reconhecimento obtido no levantamento bibliográfico de que projetos e ações em SIG, num contexto corporativo, acabam por ser transversais a diferentes equipes e estruturas sendo que, para que as informações geográficas obtenham um desempenho ideal, elas dependem antes de tudo de requisitos genéricos relacionados aos recursos humanos, eficiência nos procedimentos, sistemas e estruturas de tecnologias da informação e de canais de comunicação internos e externos dentre outros.

Nesse sentido, aos requisitos indiretos, ou seja, aqueles que servem como suporte às ações de SIG ou de ações básicas relacionadas, foi dado o peso “2” pois não tratam diretamente do assunto e sim de ações de gestão corporativa. Àqueles diretamente relacionados a informações geográficas foi atribuído peso “5”, tendo em vista que o seu resultado impacta no uso, na produção, na gestão, na qualidade e/ou na quantidade de informações geográficas dentro dos órgãos. Foi considerado que o peso de um requisito indireto deveria ter valor levemente inferior à metade dos requisitos diretos.

Para cada um dos 13 atributos, foi indicado um fator multiplicador de duas casas decimais, para que o conjunto da pontuação de respostas do mesmo atributo obtivesse um valor percentual variável entre 0% e 100%.

Para direcionamento das equipes e profissionais a serem entrevistados, foram elencadas equipes dentro dos órgãos que foram julgadas mais próximas aos assuntos tratados pelos requisitos e para facilitar a organização interna nos órgãos para dar esclarecimentos quanto às áreas de interesse a serem visitadas. Na Tabela 3 está apresentado o resumo do roteiro de perguntas semiestruturadas, com as codificações, expressões breves do assunto tratado e enquadramento destas no esquema vertical.

Tabela 3: Código, assuntos e pesagem dos requisitos do roteiro semiestruturado.

Cód	Atributos e requisitos	Equipe(s) ideal(is)	Peso (p)	Fator mult. (f)
1. Disponibilidade de Informação				
1a	Partilha do Conhecimento	Gestão do Conhecimento	2	2,38%
1b	Plantas e Acervo Técnico	Engenharia / Operação	5	
1c	Localização das Estruturas	Engenharia / Operação	5	
1d	Gestão da Qualidade	Gestão da Qualidade	2	
2. Digitalização				
2a	Investimentos	Informática	2	3,03%
2b	Desenhos Técnicos	SIG / Cadastro Técnico	5	
2c	Conhecimento Digital	RH / Informática	2	
2d	Campanhas de Digitalização	Informática	2	
3. Mapa de Base				
3a	Cidade e Uso do Solo	SIG / Cadastro Técnico	5	1,66%
3b	Topografia e Hidrografia	SIG / Cadastro Técnico	5	
3c	Áreas Irregulares e Favelas	SIG / Cadastro Técnico	5	
3d	Estruturas Subterrâneas	SIG / Cadastro Técnico	5	
4. Modelagem Geoespacial				
4a	Camadas e Campos	SIG / Cadastro Técnico	5	1,66%
4b	Padronização	SIG / Cadastro Técnico	5	
4c	Indexação	SIG / Cadastro Técnico	5	
4d	Topologia	SIG / Cadastro Técnico	5	
5. Dados Geoespaciais				
5a	Metadados	SIG / Cadastro Técnico	5	1,33%
5b	Software/Serviço	SIG / Cadastro Técnico	5	
5c	Capacitação Geo	SIG / Cadastro Técnico	5	
5d	Precisão Geoespacial	SIG / Cadastro Técnico	5	
5e	Estruturas de água e esgoto	SIG / Cadastro Técnico	5	
6. SIG Corporativo				
6a	Direitos do Usuário	SIG / Cadastro Técnico	5	1,66%
6b	Participação dos Funcionários	SIG / Cadastro Técnico	5	
6c	Edital / Termo de Referência	SIG / Cadastro Técnico	5	
6d	Avaliação Financeira	Diretoria / SIG	5	
7. Análise Espacial Simples				
7a	Alternativas Locacionais	Engenharia	5	1,33%
7b	Análise Ambiental	Gestão Ambiental	5	
7c	Atendimento ao Cliente	Atendimento ao Cliente	5	
7d	Atributos das Redes	SIG / Cadastro Técnico	5	
7e	Perdas Hídricas	Gestão de Perdas / Operação	5	
8. Automatização				
8a	Geocodificação	SIG / Cadastro Técnico	5	1,75%
8b	Modelagem Hidráulica	Engenharia	2	
8c	Ferramentas / Frameworks	SIG / Cadastro Técnico	5	
8d	Fluxo de Atualização de Dados	Engenharia / Operação	5	

8e	Sistema SCADA	Engenharia / Operação	2	
9. Integração de Sistemas Internos				
9a	Codificação	SIG / Cadastro Técnico	5	1,96%
9b	Interoperabilidade	Informática	5	
9c	Integração de Sistemas	Informática	2	
9d	Integração do SIG	SIG / Cadastro Técnico	5	
10. Análise Espacial Complexa				
10a	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI)	PDI	2	1,96%
10b	Especialistas em Geomática	SIG / Cadastro Técnico	5	
10c	Publicações Técnicas e Acadêmicas	PDI	5	
10d	Equipamentos de Alta Tecnologia	SIG / Cadastro Técnico	5	
11. Integração de Sistemas Externos				
11a	Partilha de Dados Geoespaciais	SIG / Cadastro Técnico	5	1,51%
11b	Provimento de Dados Geoespaciais	SIG / Cadastro Técnico	5	
11c	Segurança Cibernética	Informática	2	
11d	Acesso ao SIG Corporativo	SIG / Cadastro Técnico	5	
11e	Formalização da Partilha de Dados Geoespaciais	SIG / Cadastro Técnico	5	
12. Transparência e Comunicação				
12a	Relatório de Sustentabilidade	Gestão da Qualidade	2	2,08%
12b	Base de Dados dos Clientes	Atendimento ao Cliente	5	
12c	Interrupção/reestruturação de redes	Operação	2	
12d	Publicação Cartográfica	Comunicação	5	
12e	Visitas Técnicas em Estruturas	Comunicação	2	
13. Cidadão Participativo				
13a	SIG Participativo	SIG / Atendimento ao Cliente	5	2,38%
13b	Consulta Popular	Comunicação	2	
13c	Participação Popular de Áreas Irregulares	Engenharia / Comunicação	5	
13d	Uso Racional da Água	Comunicação	2	

O cruzamento dos requisitos concebidos junto ao esquema horizontal foi feito de modo a conferir se as variáveis (flechas vermelhas) foram incorporadas ao roteiro em, pelo menos, uma das perguntas. Percebeu-se que a frente de Geografia esteve ligada à disponibilidade de informações nos mapas de base e de cadastro das populações e áreas atendidas, bem como questões de participação social nas ações de promoção do saneamento, enquanto na frente Tecnologia os requisitos focam na concepção de informações digitais

(inclusive as geográficas) e toda a parte de informática e equipamentos das companhias. Na frente Administração, estão questões relacionadas à gestão da própria companhia, enquanto no Saneamento foram enquadradas aquelas direcionadas à operação e disponibilidade de informações para este fim, bem como as ações partindo-se do governo na promoção dos serviços de água e esgoto. Os agrupamentos podem ser observados na Figura 12.

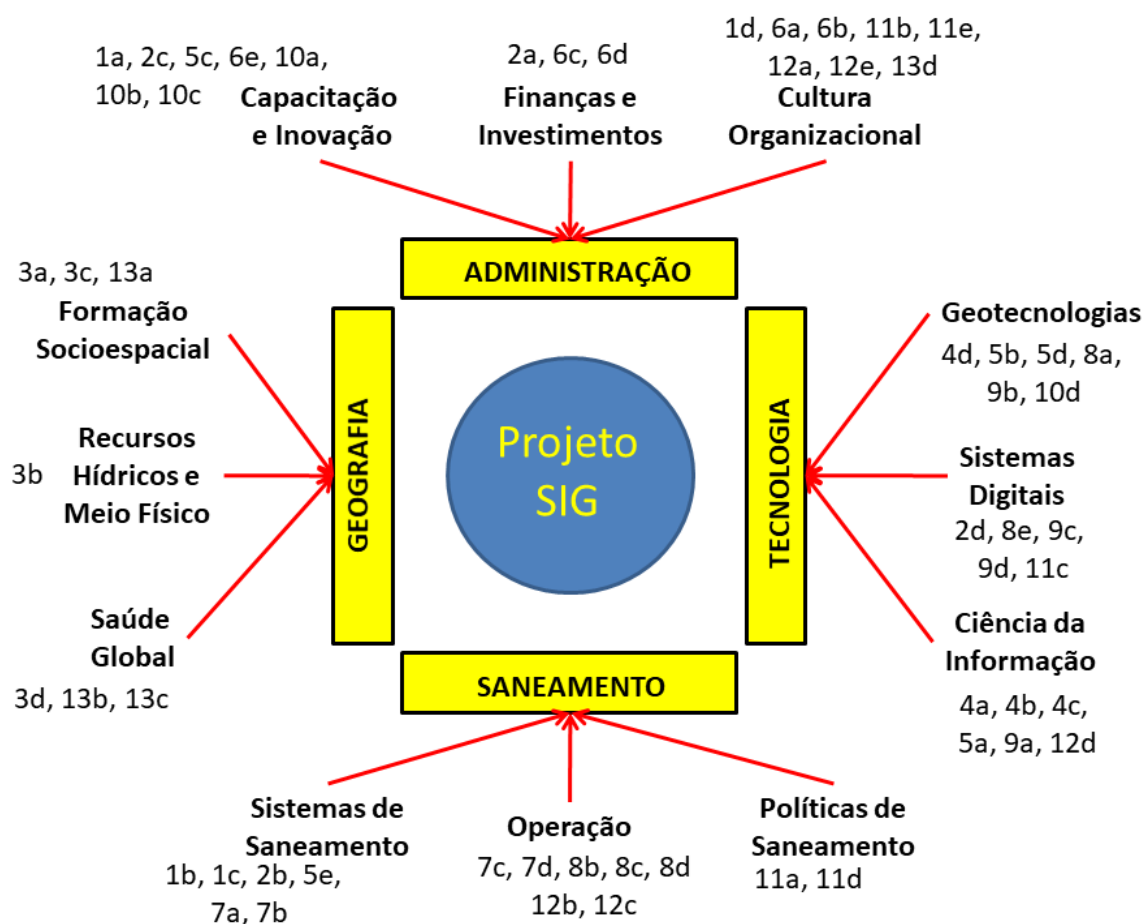


Figura 12: Agrupamento de requisitos no Esquema Horizontal

4.6. Análise de Requisitos

O termo “análise de requisitos” é comumente empregado pelos profissionais de Tecnologia da Informação, o qual se refere ao procedimento para a concepção de um sistema de informação e dos fluxos de trabalho e processos necessários para a criação da plataforma, ferramentas, conexões com redes, banco de dados, etc. Na visão de XÉXEO (2007), esta etapa está diretamente relacionada ao “mundo observado”, tendo em vista o caráter representativo do meio digital com relação ao mundo real,

A começar pelo termo “requisito”, este é definido pelo Dicionário Cambridge como

*algo que alguém precisa fazer, ou algo que alguém precisa*³⁸. Por meio do levantamento bibliográfico, os requisitos foram concebidos para que, cumprindo-se a proposta de universalidade deste método, fossem abrangidas todas as escalas de excelência na gestão de pessoas, de dados, de conhecimento, de uso de aparatos tecnológicos e eletrônicos e na participação cidadã.

Nesse caso, os requisitos podem ser classificados como “desejáveis”, pois o atendimento pleno deles visa a boa prática identificada em bibliografia acadêmica e nos documentos técnicos produzidos por profissionais do setor e também, o que significa que atendimentos parciais, ou mesmo o não atendimento, não impedem que os órgãos se beneficiem do uso de informações geográficas.

Trata-se de uma complementação da Análise de Requisitos comumente empregada pelos profissionais de TI que visa os requisitos de um Sistema de Informação, por tratar de forma profunda aspectos humanos que influenciam diretamente na utilidade e empregabilidade desses sistemas e de suas informações.

Apesar da pesquisa tratar de dados, informações e sistemas digitais relacionados às informações geográficas, os requisitos propostos buscaram expandir esse conceito para além das tecnologias da informação e da etapa pré-conceitual desses, integrando-se a fatores sociais, educacionais, organizacionais, econômicos e de outras tecnologias que trazem grande influência no desempenho e criatividade de seus administradores e usuários (internos ou externos às companhias), inclusive após a implantação de sistemas ou de quaisquer fluxos de trabalho no meio digital.

Nesse sentido, os requisitos foram analisados à luz dos dados primários coletados e das respostas referenciais concebidas previamente à etapa de campo e tabeladas para verificação e comparação dos resultados das companhias, de modo a se compreender quais foram os fatores determinantes, de modo expressivo ou ausente, para verificação do grau de atendimento deles. As justificativas de cada requisito elencado se deram em base a fatos e/ou discussão em bibliografia, as quais são apresentadas junto à análise dos requisitos, de seus resultados e discussão.

³⁸ *Something that you must do, or something you need.*

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/requirement>. Acesso em 10/01/2019

4.7. Seleção de cidades e companhias de água e esgoto para estudos de caso

Para que o levantamento realizado pudesse compor uma representação global acerca do objeto de estudo, foram selecionadas para contato inicial companhias responsáveis pelos serviços de água e esgoto de metrópoles localizadas em diferentes áreas geográficas do mundo.

Para analisar a diversidade que se previa entre elas, foi usado como base o mapa de agrupamentos regionais elaborado pelas Nações Unidas para o acompanhamento do atendimento às Metas do Milênio (ONU, 2013). A elaboração do mapa levou em conta fatores geográficos, sociais, étnicos, culturais e econômicos, cujo resultado foi uma regionalização do mundo em 10 diferentes blocos, conforme a Figura 13:

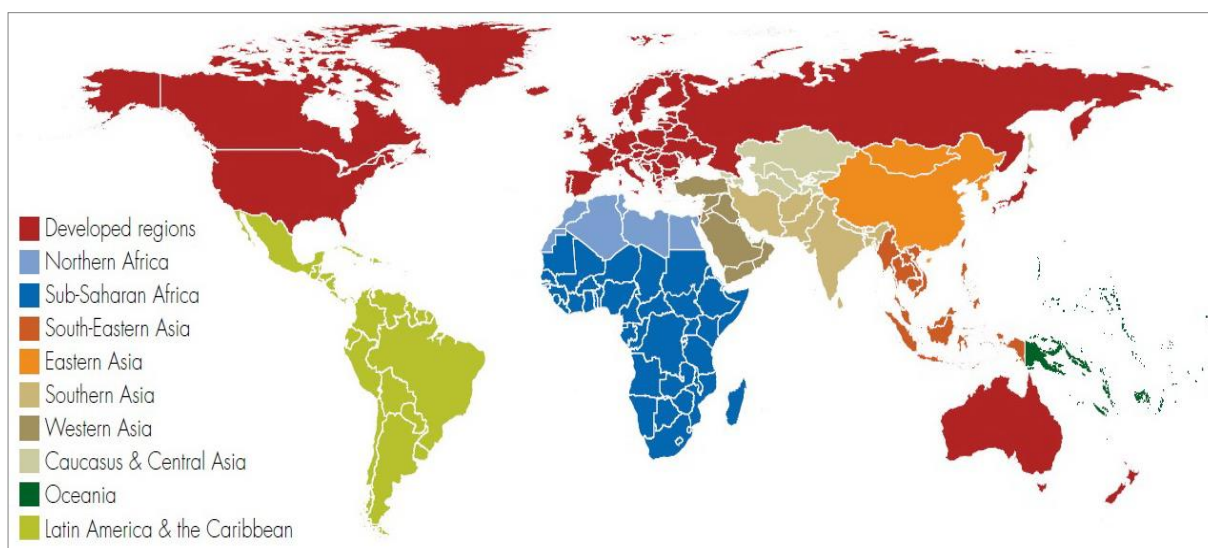


Figura 13: Agrupamento de países proposto pela ONU para acompanhamento do atendimento das metas do milênio.

Fonte: ONU, 2013.

Os critérios de seleção para que os órgãos fossem convidados a participar da pesquisa foram os seguintes:

- 1 - Atuação em área metropolitana (ou na maior parte dela), com população superior a 2 milhões de habitantes e inferior a 6 milhões, buscando-se contingentes populacionais razoavelmente semelhantes;
- 2 – Diversidade de blocos de países, priorizando-se pelo menos um que estivesse no bloco mais rico (Regiões Desenvolvidas) e um que estivesse em blocos mais pobres (África Subsaariana ou Sudeste Asiático), além do bloco da América Latina e Caribe,

- o qual foi considerado um bloco de nível socioeconômico intermediário;
- 3 – Prestadoras de serviços que apresentassem infraestrutura e organização corporativa apta para a pesquisa, com no mínimo uma equipe de funcionários hábeis em manipular informações geoespaciais em formato digital;
- 4 – Priorização de cidades nas quais pelo menos uma das seguintes línguas fosse considerada língua oficial: Português, Inglês, Espanhol, Francês, Italiano ou Húngaro, para que os entrevistados pudessem se expressar de forma profunda e espontânea³⁹;
- 5 – Possibilidade de realizar visita ao órgão diretamente responsável pelos serviços de água e esgoto, não dependendo de sua formação de capital (público ou privado) e de sua relação com o governo;
- 6 – Priorização de cidades que se aproximassem da média regional (em IDH) do agrupamento dos países, evitando-se as extremidades baixas ou elevadas quanto à economia ou desenvolvimento humano nos blocos;
- 7 – Prestadoras que permitissem que os resultados desta pesquisa pudessem ser divulgados, em formato de tese e/ou de artigos científicos.

4.8. Abordagem com os Órgãos e Apresentação do Projeto

O contato com os órgãos se deu por meio digital (e-mail). Foram identificados profissionais que trabalhassem nos órgãos prestadores de metrópoles potencialmente interessantes para a pesquisa, sendo que aqueles mais cogitados para a apresentação do projeto de pesquisa foram os seguintes: Diretores e/ou Presidente da Companhia; Gestores diretamente ligados às equipes de Informações Geográficas, Cadastro Técnico ou equipes correlatas, como Engenharia. Nas ocasiões em que não foram encontrados na internet⁴⁰ os nomes de responsáveis da companhia, buscou-se o canal de Atendimento ao Cliente para orientações.

A apresentação do projeto foi acompanhada de:

- Carta de apresentação profissional (individual) e objetivo da pesquisa;
- Material sintetizado de divulgação da pesquisa e apresentação de

³⁹ Idiomas de domínio do autor da pesquisa.

⁴⁰ Os principais meios para rastreamento de profissionais e responsáveis foram os sites dos próprios órgãos, ou então pela rede de profissionais LinkedIn.

contrapartidas⁴¹, no caso do órgão responder positivamente à demanda da pesquisa.

Uma vez que por esses documentos a companhia apresentasse um prévio aceite, documentos complementares foram ocasionalmente solicitados, como:

- Detalhamento e justificativa da pesquisa no órgão e na cidade escolhida, apontando necessidades como: Acesso a dados; Permissão para divulgação e transparência institucional; Visitas técnicas a diferentes áreas da companhia; Permissão para conversas e entrevistas com funcionários de diferentes níveis hierárquicos;
- Carta institucional de apresentação da orientadora do projeto.

No total, foram contatadas 12 companhias. Dessas, houve três que mostraram interesse pela pesquisa, as quais se prontificaram a abrir as portas e atender às demandas necessárias para este trabalho. Na Tabela 4, encontram-se os resultados das ações de contato e respostas obtidas pelas companhias.

Tabela 4: Órgãos contatados para a pesquisa

Órgãos	Cidade	País	Bloco ONU	Contato	Resposta
CAGECE	Fortaleza	Brasil	América Latina e Caribe	mai/2016	confirmado
Agua Quito	Quito	Equador	América Latina e Caribe	mai/2016	sem resposta
AZERSU	Baku	Azerbaijão	Ásia Central	jul/2016	sem encaminhamento
PUB	Cingapura	Cingapura	Países Desenvolvidos	dez/2016	recusado, devido à extensão e aprofundamento da pesquisa
ELISAL	Luanda	Angola	África Subsaariana	dez/2016	sem resposta
AdeM	Maputo	Moçambique	África Subsaariana	dez/2016	sem resposta
NCWSC	Nairóbi	Quênia	África Subsaariana	dez/2016	confirmado
Metro Vancouver	Vancouver	Canadá	Países Desenvolvidos	jan/2017	sem encaminhamento
Melbourne Water	Melbourne	Austrália	Países Desenvolvidos	jan/2017	sem encaminhamento
SEAAL	Alger	Argélia	Norte da África	mar/2017	sem encaminhamento

⁴¹ Por meio das conversas via email, os profissionais da companhia entenderam que a análise profunda do assunto tratado por elas poderia trazer benefícios no uso e gestão de informações geográficas, uma vez que elas também teria o direito a verificar o resultado da pesquisa.

Fővárosi Vízművek	Budapeste	Hungria	Países Desenvolvidos	mar/2017	confirmado
Lydec	Casablanca	Marrocos	Norte da África	abr/2017	sem encaminhamento

Nos casos de Fortaleza (CAGECE) e Nairóbi (NCWSC), ambos os órgãos são responsáveis pelos serviços de água e esgoto nas metrópoles. Em Budapeste, a *Fővárosi Vízművek* é responsável por toda a parte de abastecimento e parcialmente pela parte de tratamento de esgoto na área metropolitana, enquanto que a maior parte da rede de esgotamento sanitário e algumas das ETEs são geridas por um outro órgão, chamado *Fővárosi Csatornázási Művek*⁴². Na pesquisa, somente a *Fővárosi Vízművek* foi estudada, enquanto as questões específicas de esgotamento sanitário que influenciam diretamente as respostas foram tratadas em âmbito urbano de Budapeste como uma unidade, ou das cidades onde este órgão atua com serviços de esgoto. Ou seja, se uma ou outra companhia atendesse aos critérios propostos para amostragem de estudo de caso, este seria considerado como atendido desde que houvesse cruzamento de informações entre elas.

Por questão de facilidade, dada às siglas das companhias CAGECE e NCWSC, a companhia de Budapeste será denominada como “FV” ao longo dessa pesquisa.

4.9. Visita Técnica e Coleta de Dados Primários

Após o contato formalizado e o estabelecimento de diretrizes, foram estabelecidas datas para a visita às cidades e às companhias. Previamente, foram listadas as principais equipes de profissionais de interesse da pesquisa, sendo que no caso de inexistência desses, foram selecionadas a equipes que trabalhavam com maior proximidade ao assunto tratado na pergunta. As equipes foram as seguintes, conforme apresentado na Tabela 3 (p.68):

- Sistema de Informações Geográficas;
- Cadastro Técnico;
- Operação e Manutenção de redes e estruturas (ex: ETAs, ETEs, Elevatórias.);
- Engenharia;
- Gestão de Perdas Hídricas;

⁴² Serviços de Esgotamento da Capital – tradução literal do húngaro.

- Pesquisa e Desenvolvimento;
- Recursos Humanos;
- Informática / Tecnologia da Informação;
- Gestão Ambiental;
- Atendimento ao Cliente;
- Comunicação.

Além desses, outras equipes foram abordadas para consulta às respostas de perguntas mais específicas, como Gestão da Qualidade, Responsabilidade Social, Hidrologia, Saneamento em Áreas Irregulares, dentre outras, conforme convite e disponibilidade das companhias. Procurou-se no trabalho variar entrevistas entre profissionais em cargo operacional, administrativo e gerentes no intuito de obter informações sobre os requisitos a partir de vários pontos de vista, ou seja, em algumas ocasiões considerou-se o depoimento de mais de um funcionário sobre um mesmo requisito.

Para esclarecimento e transparência, algumas semanas antes das visitas técnicas, o roteiro semiestruturado foi encaminhado às companhias para o entendimento de como seria o andamento da pesquisa em campo. O tempo necessário para a aplicação de todo o roteiro, considerando-se ainda ações complementares à pesquisa como visitas em estruturas (ETAs, ETEs, laboratórios, ações de manutenção de redes, unidades operacionais, etc.), foi de cerca de 10 dias úteis nas companhias.

No caso da CAGECE e da NCWSC, funcionários da área de PDI se responsabilizaram por dar suporte à pesquisa durante as entrevista e visitas técnicas, tal como contataram diversos departamentos e verificaram disponibilidade de funcionários. No caso da FV, a responsável pela recepção e encaminhamento aos setores era funcionária de Recursos Humanos, com colaboração do gerente de Engenharia. No caso, respeitou-se a posição das companhias quanto às pessoas que fossem indicadas para responderem às perguntas específicas, o que resultou numa positiva miscelânea de informações de profissionais de diversos níveis hierárquicos e visão mais abrangente do atendimento do requisito.

Para os entrevistados, foi feita uma breve introdução dos fatores que despertaram o interesse da pesquisa, de modo que se interessassem sobre o assunto e assim pudessem dar maiores detalhes a respeito do cotidiano profissional e impressões sobre onde trabalham e à população atendida. Buscou-se nas entrevistas manter os funcionários à vontade e as perguntas foram feitas no formato de uma conversa, esperando-se uma interação com o

interlocutor de modo a não se sentir pressionado em dar respostas. Em caso de dúvidas dos entrevistados sobre os motivos de determinadas perguntas e tópicos fossem abordados, o roteiro semiestruturado lhes era apresentado.

Nas ocasiões em que eles se mostravam motivados a darem detalhes aprofundados, deu-se maior tempo para incorporar informações relevantes à pesquisa, sendo que perguntas complementares, para aprofundamento de detalhes referentes a determinadas ações, também foram feitas. Na ausência de funcionários que tivessem amplo conhecimento sobre perguntas específicas do roteiro (por exemplo, motivo de férias ou com pelo excesso de tarefas no período), estes foram posteriormente contatados via e-mail.

O tempo de entrevista sobre cada pergunta era variável, podendo ser pontuais, como presença ou ausência de determinado fator, até amplas, tratando de questões gerenciais a nível corporativo do requisito e das impressões individuais sobre a profissão, o trabalho, convívio com os colegas e com o público externo, dentre outros, sempre com o foco de entender a situação de atendimento do requisito.

Devido ao objetivo dessa pesquisa ter sido a busca de respostas numa representação de âmbito institucional das companhias, houve ocasiões em que informações de mais de um entrevistado foram contempladas nas respostas de uma pergunta. Isso não ocorreu necessariamente de forma homogênea nas três companhias, visto que não foi estabelecido limite prévio⁴³ de entrevistados por pergunta. Com base na somatória das informações obtidas por um ou mais funcionários dentro em cada companhia a respeito do requisito, foi atribuída a nota à respectiva, com base numa comparação entre as informações coletadas e as respostas de referência do roteiro semiestruturado. Um exemplo de como as informações foram obtidas, transcritas e tabuladas de forma homogênea entre os 56 requisitos e as três companhias estudadas nesta pesquisa está apresentado na Tabela 5.

Durante as entrevistas, quando era notada ausência de informações maiores a respeito de uma pergunta, ou que esta já tinha sido satisfatoriamente respondida em etapas prévias, o requisito deixava de ser explorado para que as perguntas pendentes fossem priorizadas nas entrevistas sucessivas. Em ocasiões de ausência de qualquer tipo de resposta referente à pergunta, entendeu-se que o requisito correspondente não apresentava nenhum tipo de atendimento e foi-lhe atribuída a nota 0,0.

Permitiu-se, com base no roteiro semiestruturado, que dados relevantes a um requisito

⁴³ Nas ocasiões em que houve repetições de informações por mais entrevistados, foi apresentado nos resultados somente uma resposta representativa.

fossem apontados durante as entrevistas de forma inicialmente imprevista. Por exemplo, ao entrevistar um funcionário sobre o atendimento do requisito “X”, houve ocasiões em que informações sobre o requisito “Y” foram apontados, sendo que estes foram posteriormente enquadrados no respectivo. De modo a não confundir a origem das informações, elas foram codificadas no resultado desta pesquisa conforme os entrevistados que as repassaram em campo.

Tabela 5: Simulação da compilação de informações sobre uma determinada pergunta

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Informação do entrevistado 1 Outra informação do entrevistado 1 Informação do entrevistado 2	Informação do entrevistado 1 Outra informação do entrevistado 1	Informação do entrevistado 1 Informação do entrevistado 2 Informação do entrevistado 3
Nota	Comparação da somatória das informações, com as respostas de referência do roteiro semiestruturado.	Comparação da somatória das informações, com as respostas de referência do roteiro semiestruturado.	Comparação da somatória das informações, com as respostas de referência do roteiro semiestruturado.

Ao todo, foram entrevistados 47 funcionários, sendo 17 na CAGECE, 16 na NCWSC e 14 na FV. As equipes nas quais eles e elas trabalham estão identificadas na Tabela 21 (p. 131). A aplicação do roteiro foi realizada numa única rodada para a companhia como um todo e conforme as respostas eram dadas durante as visitas nas áreas técnicas e administrativas, de modo que as respostas foram representativas para a escala institucional dela. Os funcionários só responderam às perguntas que lhe cabiam, conforme a coluna “equipe ideal” da Tabela 3.

Ressalta-se que, nas três visitas técnicas e entrevistas, não foi feita nenhuma alteração do roteiro semiestruturado, seja nas perguntas ou nas respostas de referência, de modo a garantir que o instrumento de pesquisa fosse idêntico nas diferentes realidades estudadas.

4.10. Análise dos dados

As respostas de cada requisito foram diagramadas sobre uma mesma tabela de 3 colunas, sendo que cada uma representou a resposta de um órgão estudado em relação a cada pergunta realizadas. Foram 56, indicadas as ações que favoreceram ou desfavoreceram o resultado de cada um deles. Tratou-se de uma análise individual, útil para que fosse possível entender os pontos fortes e fracos de uma companhia, e comparativa, por permitir uma

abordagem transversal das três companhias em trabalhar com os requisitos.

No caso dessa pesquisa, como houve forte interesse em comprovar a universalidade do roteiro, optou-se por apresentar os resultados requisito por requisito, de modo que a situação e atendimento a cada um deles pudesse ser imediatamente comparável entre as companhias. Vale ressaltar que, seria possível também analisar os resultados, subdivididos em três capítulos, um para cada companhia, e o atendimento do requisito dentro de seu contexto.

Os 13 atributos foram agrupados em subcapítulos no capítulo 6 - Resultados e Discussão. Devido ao volume de informação obtido, resolveu-se discutir os resultados perante cada atributo, sendo que no capítulo da conclusão, foi realizada a discussão geral dos resultados e comentários a respeito dos requisitos para os quais foram identificadas dificuldades nas etapas de investigação, de interpretação das informações ou de atribuição de nota.

Para a metrificação dos resultados, as pontuações dos requisitos se resumiram ao intervalo de 0,0 a 3,0 conforme mencionado no item 4.6.

Quanto ao atendimento de cada um dos 13 atributos, determinado em percentual (de 0% a 100%), foi elaborada a seguinte fórmula, com base nos pesos e no fator multiplicador indicado na Tabela 3 (p.68). Sendo:

$$\sum_{i=1}^n i = x_i \cdot p_i \cdot f$$

n = total de requisitos dentro do atributo

i = o percentual final do requisito na pontuação do atributo

x_i = pontuação do requisito “i” (de 0,0 a 3,0)

p_i = peso do requisito “i” (2 = indireto, ou 5 = direto)

f = fator multiplicador (em %, conforme indicado no atributo)

Ao final da tese, há uma tabela geral na qual as respostas de todos os requisitos e respectivas respostas relacionadas, em formato vertical conforme a ordem indicada na Tabela 3, de modo que comparações pudessem ser feitas entre uma ou mais companhias, bem como avaliar vazios no gráfico identificando-se pendências quanto à melhoria dos atributos para orientação de ações a elas.

5. Caracterização das áreas de estudo

Neste capítulo apresenta-se uma breve evolução histórica e geográfica das cidades de Fortaleza, Nairóbi e Budapeste, descreve-se o papel da atual companhia de água e esgoto no contexto metropolitano e apontam-se desafios que as populações locais vêm enfrentando.

Estas informações foram relevantes para suporte à análise final das respostas e permitir comparação entre as diferentes companhias. Foram levantados indicadores de meio socioeconômico, da prestação de serviços de água e esgoto, de saúde pública e caracterização geográfica da área metropolitana.

5.1.a. Fortaleza - Fundação, Crescimento e Contexto Nacional

O sítio geográfico da atual cidade de Fortaleza começou a ser explorado pelos europeus entre 1597 e 1598, época na qual foram encontrados índios da etnia *potyguara* vivendo às margens do rio Cocó e rio Ceará. Apesar do clima e solo desfavoráveis para a agricultura tropical em grande escala, a proximidade geográfica com a Europa despertou o interesse dos portugueses e, posteriormente, dos holandeses que em 1649 construíram o Forte Schoonenborch, edificação a qual deu ao local o seu atual topônimo. Somente em 1729 o povoado foi categorizado como “vila”, inicialmente tendo como base da economia a pecuária e o charque. O local serviu como ponto de partida para o desbravamento do sertão por terra, apesar da falta de conexão com as principais bacias hidrográficas do atual estado, como as dos rios Jaguaribe e Acaraú.

Já naquela época, havia a preocupação de retratar o terreno que vinha sendo ocupado, como consta na Figura 14 e na Figura 15.



Figura 14: Mapa do litoral de parte da “Província dos Tremembés” contemplando parte do atual estado do Ceará.

Obra do cartógrafo português Alberraz I em 1629. Destaque para o rio Ceará (escrito “Siará”), que atravessa a atual região metropolitana, no círculo verde.

Fonte: Arquivo do Museu do Ceará.



Figura 15: Planta de Fortaleza de 1729.

Indica-se a forte presença da Igreja com sua matriz, junto ao poder político (casa de câmara e cadeia) e uma fortaleza controlada pelo exército português. A ocupação era esparsa e ainda sem arruamento definido.

Fonte: Arquivo do Museu do Ceará.

A ocupação do local se deu inicialmente nas proximidades de onde hoje fica a praça José de Alencar, no atual centro da cidade. O relevo do local e da maior parte da Região Metropolitana de Fortaleza é caracterizado por ser bastante plano, formado pelos Tabuleiros Costeiros, cuja declividade varia entre 0° a 5°, apresentando pouca variação entre o interior e a faixa litorânea, bem como as praias em si.

Existem dois tipos de solos predominantes na maior parte do sítio urbano. Primeiramente, o Argilossolos Vermelho – Amarelo, caracterizados pela sua textura argilosa e oriundos da desagregação direta de rochas, sem transporte para sedimentação. Em segundo, o Neossolo Quartzarênico, caracterizado pelas areias quartzosas distróficas, cujo percentual de granulometria do tipo “areia” pode chegar a 85%, na faixa praial do Mucuripe e na atual Praia do Futuro. Enquanto o primeiro solo é desfavorável à agricultura devido à elevada acidez, este segundo é tampouco favorável em decorrência de sua baixa fertilidade e baixa retenção de água, sobre a qual eventualmente ocorre a formação de Mata de Dunas, a qual dificilmente evolui para um estágio sucessional além do pioneiro.

Tendo em vista as condições naturais, aliadas à baixa precipitação com eventuais

períodos de seca, a agricultura nunca foi plenamente desenvolvida nos arredores de Fortaleza. Outras atividades acabaram sendo favorecidas para a população local como a pesca pelos jangadeiros e a pecuária em pequena escala.

Com a consolidação da população no local e o fortalecimento econômico das atividades desenvolvidas no litoral e sertão das redondezas, em 1799 a Capitania do Ceará foi desmembrada da Capitania do Pernambuco e, apesar de na época a cidade de Aquiraz ser um centro econômico mais pujante, Fortaleza foi escolhida para sediar a nova capital. Na época, a pecuária estava em declínio e, somente a partir de 1809, com a Abertura dos Portos, a capitania pode se desenvolver pelo investimento na produção de algodão, usada para suprir com matéria prima a indústria têxtil de países europeus, principalmente da Inglaterra (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2010).

A seca já era um problema observado na época, inclusive como eventualmente impeditiva para o desenvolvimento econômico. Em 1810, o viajante inglês Henry Koster passou pela cidade e, em seu relato, descreveu a cidade da seguinte forma:

Não obstante a má impressão geral, pela pobreza do solo em que esta Vila está situada, confesso ter ela boa aparência, embora escassamente possa este ser o estado real dessa terra. A dificuldade de transportes (...), e falta de um porto, as terríveis secas,⁴⁴, afastam algumas ousadas esperanças no desenvolvimento da sua prosperidade.

Tendo em vista as projeções de crescimento da cidade no intuito de resolver alguns dos problemas que vinham ocorrendo como na mobilidade, no controle de epidemias e na regulação do uso do solo urbano, Silva Paulet em 1812 projetou loteamentos semelhantes a um tabuleiro de xadrez, onde as ruas seriam paralelas umas às outras, formando-se lotes em formas quadrangulares, como vinha sendo feito em diversas cidades pelo mundo, conforme a Figura 16. Na Figura 17, observa-se o urbanismo e arquitetura da cidade na época.

Richard Graham apontou o impacto econômico e demográfico que os episódios de secas prolongadas provocavam na dinâmica da província e, conseqüentemente, de Fortaleza. Segundo ele, as conseqüências climáticas provocaram maior vazão de migração do sertão para o litoral e outras regiões do país, bem como o aumento da venda de escravos causados pelas dificuldades econômicas enfrentadas na zona agrícola. Segundo ele:

É verdade, todavia, que no final dos anos 1870 uma terrível seca assolou o interior de algumas províncias nordestinas, produzindo tanto uma avalanche de

⁴⁴ Grifo nosso

*imigrantes livres para a zona açucareira costeira em busca de emprego quanto uma verdadeira liquidação no preço dos escravos das regiões secas. A província do Ceará, fora da zona açucareira, foi uma das mais devastadas pela seca; ela enviou milhares de escravos para o sul, e durante a década de 1870, enviou mais que qualquer outra província exceto o Rio Grande do Sul.*⁴⁵(Ferreira, 2010, p.28)

As migrações em massa da população sertaneja em direção à Fortaleza nas secas prolongadas foi tema de preocupação do poder público, inclusive quanto ao impacto negativo à saúde pública que delas poderiam ocorrer para essa população e para a local. Com o avanço da influência dos sanitaristas nas políticas públicas, uma das formas usadas para a prevenção da proliferação de doenças foi a garantia de circulação do ar. Na visão de SILVA FILHO (2004, p.15):

“o medo da doença e a intervenção médica ajudaram a preconizar a constituição da cidade moderna sob o signo da circulação”.

No entanto, algumas epidemias ameaçaram gravemente a população da cidade ao longo do século XIX, como as de febre amarela em 1851, a de cólera em 1862-64 e a de varíola em 1877-79. Na época, a situação dos mais vulneráveis, muitos deles retirantes da seca que migraram para a periferia da cidade, foi agravada pela morte de cerca de 100 mil deles (SOUSA, 2011 p.110).

A infraestrutura da cidade começou a se modernizar nesse período. Em 1867, a cidade passou a ter iluminação pública em grande escala pela *Ceará Gas Company*. No transporte, em 1873 foi inaugurada a primeira estrada de ferro do Ceará, conectando Fortaleza a Baturité e em 1880 foi inaugurado o serviço de bondes na cidade, inicialmente puxados por tração animal, sobretudo por burros. De acordo com a Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE⁴⁶ no que tange o abastecimento público de água, o primeiro sistema foi inaugurado em 1866, utilizando-se as fontes do Sítio Benfica, operado pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgoto do Estado do Ceará - SAAGEC. A cidade ainda não contava com sistema de esgotamento sanitário.

⁴⁵ *idem.*

⁴⁶ <https://www.cagece.com.br/quem-somos/historia/> , Acesso em 29/01/2019.

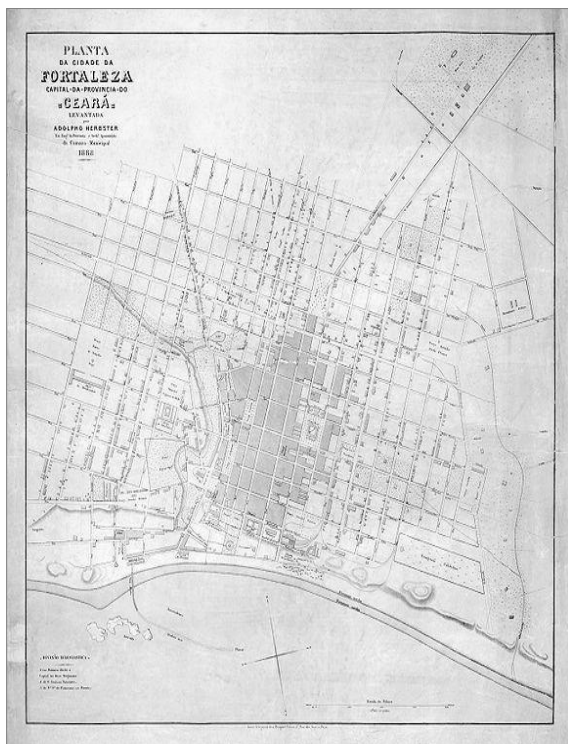


Figura 16: Planta da cidade, concebida por Adolpho Herbster (1888).



Figura 17: Rua Major Facundo em 1903, Centro de Fortaleza, na qual o início do adensamento urbano já era notável.

No contexto brasileiro, a cidade vinha-se envolvendo cada vez mais nas diretrizes e políticas que norteavam o país. Um episódio marcante na cidade que impactou as decisões da Corte Imperial no Rio de Janeiro foi o da Abolição da Escravatura em âmbito provincial no Ceará, ocorrida em 25 de março de 1884, 4 anos antes da assinatura da Lei Áurea em 1888. Apesar das províncias não terem autonomia sobre esse assunto, no Ceará ela acabou por ter apoio das classes políticas e populares, além do próprio Exército no local, o que repercutiu positivamente aos demais grupos simpatizantes da causa no país. O evento chamou a atenção da imprensa carioca, a qual publicou diversas críticas e elogios à medida tomada no Ceará, a depender da visão política dos veículos midiáticos (FERREIRA, 2010).

No ano 1900, a cidade contava com uma população de 48.369 habitantes. Era a nona maior cidade do país e a terceira maior cidade da atual Região Nordeste, depois de Salvador (205.000) e Recife (113.106). Em comparação ao Rio de Janeiro, maior cidade da época com 812.000 habitantes, Fortaleza tinha o equivalente a 6% de sua população (IBGE, Censo 2010).

Na década de 1920 a infraestrutura de abastecimento de água e esgotamento sanitário tomou pauta nas políticas locais. Em 1911, foram construídos dois reservatórios de ferro na

praça Visconde de Pelotas⁴⁷ para o abastecimento público, porém a obra foi paralisada por questões populares e políticas, sendo retomada somente em meados da década de 1920, e a inauguração ocorreu em 1927 (Figura 18).

Nesse mesmo ano, começou a funcionar o primeiro sistema de esgotamento da cidade, o qual se restringia às áreas centrais urbanas, sendo que neste ano atendia a somente 8% da área urbana com 53.000 habitantes, enquanto o abastecimento de água mais abrangente, chegando-se a 54,8% da população.

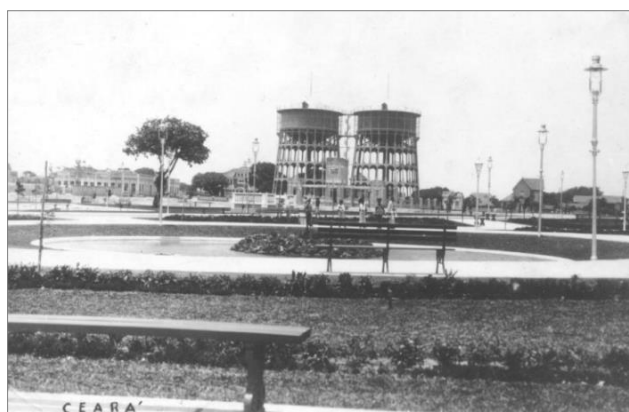


Figura 18: Reservatórios na praça Visconde de Pelotas, os dois primeiros da cidade
Fonte: Arquivo Nirez, Fortaleza



Figura 19: Implantação de adutora para abastecimento da cidade no início do séc. XX.
Fonte: CAGECE, 2017

Durante todo o século XX, a população do município cresceu exponencialmente, dobrava ou triplicava a cada cerca de 20 anos, conforme a Tabela 6, a seguir:

Tabela 6: População do município de Fortaleza

Ano	População
1900	48.329
1920	78.536
1940	180.185
1960	514.818
1980	1.338.793

Fonte: IBGE, Censo 2010

Essa alteração demográfica da cidade acabou provocando consequências sociais, ambientais e econômicas que transformaram o sítio geográfico local, provocando impacto e pressão antrópica sobre os recursos hídricos na área urbana. As áreas de dunas próximas a áreas de crescimento urbano também passaram pelo mesmo processo, como destacado por

⁴⁷ Também chamada de praça Clóvis Bevilacqua.

CLAUDINO-SALES (2010), ressaltando a importância dessas como captadoras de águas pluviais, no provimento de água aos lençóis freáticos, na garantia da perenidade dos rios e na inibição de cheias urbanas. Quanto aos serviços de água e esgoto, a demanda por estes cresceu em mesma proporção, porém sem que esta fosse inteiramente suprida, sobretudo nas áreas de assentamentos irregulares e nas favelas.

5.1.b. A Metrópole e a CAGECE

A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) foi criada em 1973 com a Lei Complementar Federal 14/1973, junto a outras 7 regiões metropolitanas pelo país como São Paulo, Rio de Janeiro, Recife e Salvador. Foi a primeira vez no país em que se instituiu uma entidade reconhecida juridicamente (com Conselho Deliberativo e Conselho Consultivo) e territorialmente pela qual os municípios e o estado deveriam contribuir comumente para prestação de serviços à população. Notadamente, os serviços de água e esgoto foram mencionados como de interesse metropolitano, na cláusula II do artigo 5º desta lei.

Com alterações na lei realizadas em 1986, a RMF passou a contemplar os seguintes municípios: Fortaleza, Caucaia, Maranguape, Maracanaú, Pacatuba e Aquiraz. Em 2018, a região metropolitana abrangeu ainda outros 11 municípios, os quais podem ser observados na **Figura 20**. Ela é a 6ª maior região metropolitana do Brasil, contemplando uma população de 4.019.213, com Produto Interno Bruto de 82 bilhões de reais (IBGE, 2016).

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) foi constituída em 1971 como uma sociedade de economia mista, sendo o próprio Estado do Ceará o seu maior acionista. Inicialmente, foi concebida para tratar exclusivamente dos serviços de água e esgoto, sendo que em 2013 a Lei Estadual nº 15.348/2013 concedeu novos poderes como a constituição de parcerias com o setor privado na execução de empreendimentos, estabelecer convênios de cooperação com outros serviços de saneamento básico (drenagem e resíduos sólidos), e comercialização de energia por meio do uso de subprodutos dos serviços de saneamento. Atualmente, a companhia está prestando pelo menos algum tipo de serviço (água, esgoto ou ambos) em 82% dos 184 municípios do estado do Ceará. Dos 19 municípios da RMF, a CAGECE atende a 18 deles com serviços de água e esgoto, enquanto que para Chorozinho e São Luis do Curu é feito somente o abastecimento. O município de Pindoretama é o único da RMF cujos serviços são prestados em âmbito municipal por meio do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

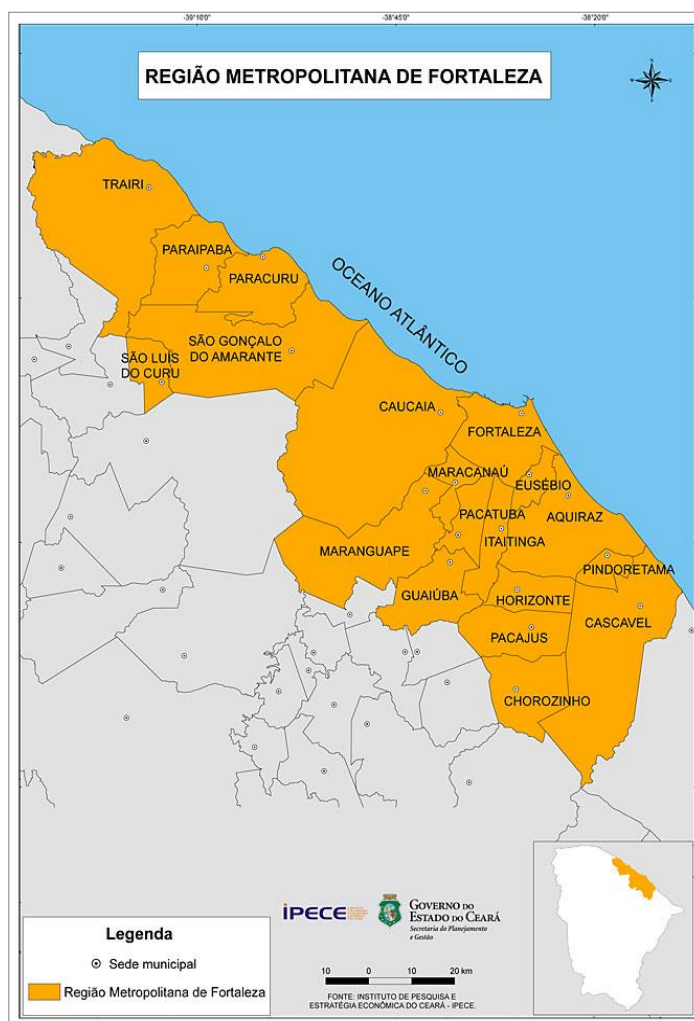


Figura 20: Região Metropolitana de Fortaleza – RMF
 Fonte: IPECE / Governo do Estado do Ceará

O corpo funcional da companhia em 2013 contava com 1.372 funcionários, mais 3.032 terceirizados. Dentre seus próprios funcionários, havia 20 funcionários comissionados, dentre diretores e assessores não empregados, e 313 estagiários e desses todos, 363 ocupavam vagas para ensino superior completo e 441 de nível técnico (CAGECE). Considerando-se exclusivamente a RMF, havia cerca de 900 funcionários diretos locados na região no ano de 2017 (SNIS). A empresa é dividida em 7 diretorias, sendo uma delas específica para as o Mercado e as Unidades de Negócio da Capital (DMC), bem como há uma outra responsável pelos serviços no interior do Ceará, além de outras relacionadas a planejamento, operação, engenharia, gestão corporativa e jurídico, todos ligados diretamente ao Diretor Presidente. No Anexo 1 desta tese, é possível verificar o organograma da companhia, com destaque para a

gerência onde se encontra atualmente a gestão do SIG.

Na Tabela 7, são mostrados os dados dos indicadores de extensão de redes, volumes e índices de atendimento dos serviços de água e esgoto dos municípios da RMF. Considerando-se a necessidade da universalização dos serviços de água e esgoto para a população, observa-se que o resultado dos índices está aquém do esperado na maioria dos municípios, o que induz à necessidade de realizar projetos por meio de articulações interinstitucionais para viabilidade técnica, financiamento e garantia de sustentabilidade para esses.

Cabe ressaltar que, nos dados disponíveis na tabela, os sistemas isolados de abastecimento e esgotamento sanitário não foram computados, o que não necessariamente prova que populações não constantes nos dados sejam desprovidas de tais serviços. Todo o efluente sanitário coletado pela rede de esgoto da CAGECE é encaminhado para tratamento nos municípios onde ela presta esse tipo de serviço (SNIS, 2016).

Município	Área (km ²)	População	PIB <i>per capita</i> (em R\$)	AG005 - Extensão rede de Água (km)	AG006 - Volume de Água Tratada Produzida (1.000m ³ /ano)	IN055_AE - Índice de atendimento total de água (percentual)	IN049_AE - Índice de perdas na distribuição (percentual)	ES004 - Extensão da rede de esgotos (km)	ES006 - Volume de esgotos tratado (1.000 m ³ /ano)	IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual)
Aquiraz	480.976	79.128	20.806	131,27	879,16	33,46	12,86	37,35	305,63	39,91
Cascavel	837.967	71.079	11.124	134,65	1.560,21	56,54	15,2	4,97	27,5	2,08
Caucaia	1.227.895	362.223	15.774	600,29	21.273,91	68,08	53,79	305,06	3.359,04	34,17
Chorozinho	2784	19197	6678	72,51	307,47	33,07	0	6,18	0	100
Eusébio	79	52.667	49.426	238,32	3.510,68	69,13	31,78	35,56	204,25	8,53
Fortaleza	31.493	2.627.482	22.057	4.042,94	197.868,56	84,32	45,74	2.399,69	56.150,27	52,32
Guaiúba	267.203	26.331	6.012	45,38	712,32	49,48	21,35	10,83	77,5	13,86
Horizonte	159.972	65.928	22.544	148,16	3.930,93	69,04	50,77	14,8	295,93	15,29
Itaitinga	150.788	39.310	11.431	146,33	2.435,73	92,23	32,69	2,32	21,77	1,33
Maracanaú	105.696	224.804	30.684	565,03	22.282,55	66,61	60,71	228,43	5.270,93	60,21
Maranguape	590.824	126.486	8.684	268,97	4.629,36	58,16	32,5	24,96	238,6	7,64
Pacajus	254.435	70.911	13.658	152,03	1.631,10	58,15	0,2	11,94	327,17	20,1
Pacatuba	132.427	82.824	12.141	193,13	2.325,95	72,16	12,92	42,04	937,96	46,32
Paracuru	303.253	33.894	12.832	72,44	539,76	35,12	8,68	22,01	160,07	32,67
Paraipaba	301.123	32.515	10.396	37,97	681,12	30,87	27,13	25,45	204,18	41,16
Pindoretama	72855	20644	8425	30	438,6	59,88	41,48	-		-
São Gonçalo do Amarante	834.394	48.265	32.389	145,88	1.335,93	33,67	33,6	63,09	2.471,66	100
São Luís do Curu	122	12849	6865	31,81	201,74	52,07	17,73	15	0	100
Trairi	924.555	55.207	10.963	47,6	519,94	15,07	7	39,76	39,76	11,71

Tabela 7: Indicadores dos serviços de água e esgoto na RMF (SNIS, 2016)

Legenda: em branco - CAGECE opera água e esgoto; em azul – CAGECE opera somente água; em amarelo – operação municipal.

Com o objetivo de instituir a operação e manutenção dos sistemas de maneira descentralizada, bem como a parte administrativa e comercial dos serviços, em 2000, a Companhia passou a ser organizada em 12 Unidades de Negócio (UNs) pelo estado, sendo 4 delas situadas na RMF, denominadas “Unidades de Negócio Metropolitanas”, para as quais foram dados nomes conforme as direções geográficas (N = norte; L = leste; S = sul, e O = oeste). Em 2010, a CAGECE incorporou as ações dos macrossistemas de abastecimento e esgotamento em Unidades de Serviço Específicas: Unidade de Macrocoleta e Transporte de Esgotos (UNMTE) e a Unidade Metropolitana de Produção e Macrodistribuição de Água (UNMPA). A divisão geográfica das UNs metropolitanas pode ser observada na Figura 21, as quais englobam Fortaleza e municípios vizinhos, cuja área de atuação concentra cerca de 75% da população da RMF. Para as demais áreas da RMF fora desses polígonos, a prestação dos serviços é feita pela Unidade de Negócio da Bacia Metropolitana (UNBME).

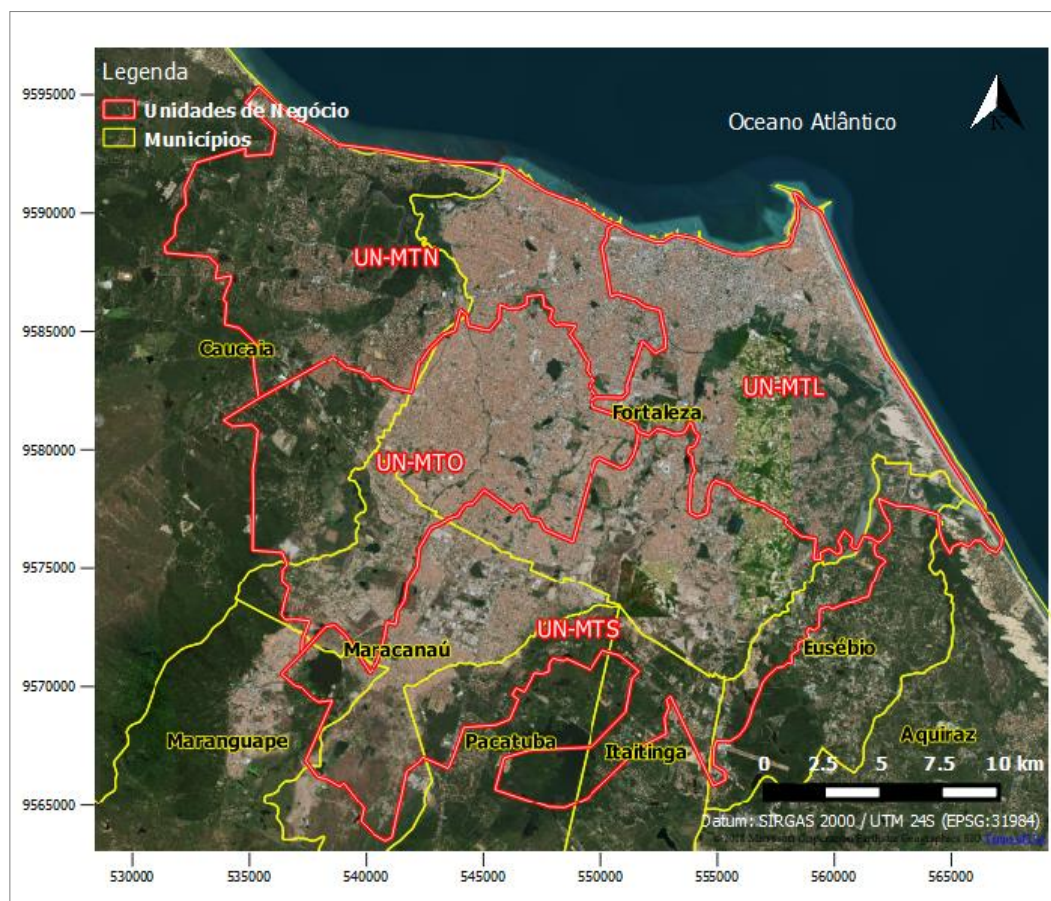


Figura 21: Divisão territorial das Unidades de Negócio Metropolitanas de Fortaleza

Fontes: Bing (Imagem de satélite); IBGE (municípios); CAGECE (UNs), 2018. Adaptado pelo autor.

A principal fonte de abastecimento da metrópole provém do interior sertanejo do

estado. A partir dos anos 1980, o sistema de adução metropolitana passou a crescer em direção ao interior, no intuito de aproveitar as águas de açudes para o abastecimento, por meio do sistema Pacoti-Riachão-Gavião. Em 1992, foi construída a adutora que conecta o açude de Pacajus ao Sistema Metropolitano. Para complementar e atender às demandas da metrópole e garantir maior segurança hídrica, o conjunto de adutoras e túneis que conecta os açudes Castanhão ao Gavião conhecido por “Eixão das Águas” teve suas obras concluídas em 2014. Ele foi construído com capacidade máxima de vazão de 22,0 m³/s e possui 216 km de extensão. A adução de Castanhão à RMF conta com uma estação de bombeamento devido a estar sobre altitude mais baixa que o Açude Castanhão. Na Figura 22, é apresentado o trajeto do sistema de adução e na Tabela 8 os dados a respeito dos mananciais formados por ele.



Figura 22: O Eixão das Águas
Fonte: Jornal O Povo (30/06/2017)⁴⁸

⁴⁸ <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/fortaleza-nao-depender- apenas-do-acude-castanhao-para-seu-abastecimento-1.1839562> c

Tabela 8: Mananciais constituintes do Eixão das Águas

Manancial	Vol.máx (hm ³)	Altitude (m)	Distância de Fortaleza (km)*
Açude Orós	1.940,00	180,44	283
Açude Castanhão	6.700,00	69,59	216
Açude Curral Velho	12,17	84,13	142
Adutora "Canal do Trabalhador" (Rio Jaguaribe)	-	11	119
Açude Pacajus	232,00	30,60	34
Açude Pacoti	380,00	31,47	19
Açude Riachão	47,92	36,90	14
Açude Gavião	33,30	35,01	7

Fonte: COGERH (volumes e altitudes), Google Earth (distâncias)

* - considerando-se o traçado das adutoras

Ainda, para suprir a demanda de água, a CAGECE em Parceria Público-Privada (PPP) irá construir uma usina de dessalinização, por meio de uma licitação internacional, com capacidade prevista de 1,0 m³/s⁴⁹. O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional prevê o aumento de oferta hídrica para o Eixão das Águas, por meio do deságue no açude Castanhão pelo médio Jaguaribe. O edital de concorrência para a PPP deverá ser lançado nos primeiros meses do ano de 2019, pelo qual irá se definir o cronograma⁵⁰.

Quanto ao tratamento de esgoto, as estações estão distribuídas pela RMF, sendo que nos municípios de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú existem 65 Estações de Tratamento de Esgoto. A maior estrutura para tratamento de efluentes é a Estação de Pré Condicionamento (EPC), a qual conta com gradeamento, peneiras rotativas e desarenadores para em seguida lançar o efluente ao mar (praia de Iracema) num emissário em aço de 1.500 mm de diâmetro e 3.205m de comprimento. A vazão média de operação atual da EPC é de 2,4 m³/s.

Na Tabela 9, estão indicados os dados as principais estações de tratamento de água da cidade. Na Tabela 10 estão algumas estações de tratamento de esgoto de porte menor, retratando diferentes aplicações de tecnologias para tratamento.

⁴⁹ <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/empresas-de-5-paises-disputam-usina-de-dessalinizacao-do-ce-1.1802920> - Acesso em: 14/02/2018.

⁵⁰ <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/negocios/usina-de-dessalinizacao-deve-ter-edital-lancado-ate-dezembro-1.1976689> - Acesso em: 02/02/2019.

Tabela 9: Principais estações de tratamento no Sistema Metropolitano

Tipo	Nome	Fundação	Vazão Máxima
Água	ETA Gavião	1981	10,0 m ³ /s
Água	ETA Oeste	2012	5,0 m ³ /s
Esgoto	Estação de Pré-Condicionamento (EPC)	1998	5,5 m ³ /s

Tabela 10: Estações de esgoto de pequeno porte integradas ao Sistema Metropolitano

Tipo	Nome	Tipo	Vazão Média (l/s)
Esgoto	ETE Aracapé III	UASB	7,5
Esgoto	ETE São Cristóvão	Lagoas de Estabilização	30,7
Esgoto	ETE Almirante Tamandaré	Decanto-digestor + Filtro Anaeróbio	19,9

A regulação dos serviços de saneamento básico é realizada por dois órgãos: a Agência Reguladora do Estado do Ceará (ARCE) e, no caso do município de Fortaleza, também pela Autarquia de Regulação da Prefeitura de Fortaleza. A primeira regulariza os serviços de água e esgoto por meio das Resoluções ARCE 25/2001 (condições gerais), definindo-se passo a passo as necessidades e responsabilidades das partes (usuário e prestadora de serviço) em aspectos técnicos, tarifários, comerciais, ambientais, infracionais, dentre outros. A segunda, por meio da Resolução ARFOR 02/2006 definiu as condições gerais desses serviços em Fortaleza, como os pedidos de ligação às redes de água e/ou esgoto, cadastro de usuários, responsabilidades e penalidades às partes, faturamento, medição do consumo e instalação de hidrômetro, dentre outros.

5.1.c. Perspectivas e Desafios Urbanos de Fortaleza

A RMF está em constante transformação e, por consequência, os sistemas de abastecimento e esgotamento devem ser adaptados às alterações locais de consumo e dimensionamento da capacidade da infraestrutura hidráulica para suprir as demandas. As dinâmicas residencial, comercial, industrial e ambiental da cidade exigem a ampliação de redes e estruturas para novas áreas desabitadas, bem como o redimensionamento de áreas verticalizadas (de maior densidade) e, principalmente, a integração urbana de áreas irregulares e de baixa renda com acesso limitado ou sem acesso a esses serviços.

Sobre as questões sanitárias, entre 1978 e 1980, SILVA (1984) destacou que as doenças infecciosas intestinais eram a principal causa sanitária de Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP), dentre a população masculina, atrás somente das mortes por violência, enquanto que para as mulheres tais doenças eram a quarta causa. O provimento de água potável e esgotamento sanitário em mais áreas da cidade, bem como demais ações da esfera da saúde pública (vacinas, distribuição de remédios, reforço da vigilância sanitária, etc.) proporcionou melhoria nesses índices ao longo dos anos. Entretanto, existem outras doenças que podem afetar a população da cidade como a Hanseníase (ALENCAR et al., 2008) e a Leishmaniose Visceral (RODRIGUES et al., 2017), cujas ações de combate também passam pelas melhorias dos serviços de água e esgoto.

Na pesquisa de OLIVEIRA et al. (2018), foi identificado em Fortaleza que os principais tipos de depósitos de água infestados pelo mosquito *Aedes aegypti* entre os anos de 2001 e 2012 foram as caixas d'água para abastecimento (acima da edificação) e depósitos para armazenamento de água em nível do solo, com relação a outros tipos de recipientes (vasos para plantas, ralos, pneus, latas e outros resíduos sólidos, etc.). Entretanto, os autores mostraram que houve um aumento amostral desses outros tipos de recipientes em relação às caixas e depósitos de armazenamento da água e que, no caso desses, a incidência de 2012 reduziu-se a um terço do que era em 2001. As principais ações apontadas para essa diminuição foi a vedação definitiva de caixas d'água, vedação temporária com telas de nylon e até mesmo o uso de mecanismos biológicos, como peixes larvófagos. Cabe lembrar que o abastecimento de água sem necessidade de racionamentos, pode reduzir a necessidade de estocagem de água, e, conseqüentemente diminuir riscos da proliferação desse mosquito.

A infraestrutura de transporte, energia, educação, saúde, habitação, assim como o planejamento do uso e ocupação do solo também configuram a forma urbana. LOPES (2016) destaca o crescimento da cidade em forma de condomínios comerciais e residenciais, com destaque à região da Água Fria, entre os limites municipais de Eusébio, Aquiraz e Fortaleza (sudeste da RMF), a qual era marcada por sítios, conjuntos habitacionais e favelas até início da década de 1990. Em sua visão, a priorização aos condomínios se deu principalmente por uma redução das despesas com a obra e um aumento do preço das unidades visto que nessa mercadoria estão incluídos os equipamentos de uso comum. A região citada se converteu no subúrbio privado das classes médias. Demandas de populações de renda menor também chamaram a atenção de incorporadoras e imobiliárias, que desenvolveram projetos apoiados pelo programa do governo federal Minha Casa Minha Vida (MCMV).

SILVA (2015), explica que *a perda de prestígio da área central também, como a paulatina transferência do poder com saída do palácio de despacho do Governo, de várias secretárias, da Câmara Municipal e da Assembleia Legislativa pesaram sobremaneira, na expressividade da área central como ponto vital da cidade*. Num primeiro momento, o autor menciona que denotou-se no processo de verticalização a busca pelo afastamento do centro ocasionando alteração no preço da terra e ampliação da malha urbana da cidade e de sua área metropolitana. Em suas palavras:

O centro de Fortaleza fica em desvantagem em relação às novas áreas da cidade. É inegável que no contexto da reestruturação produtiva Fortaleza vivenciou a emergência de novas centralidades. Esse processo tem sido verificado em centros tradicionais que passaram por um processo de esvaziamento face à ação do capital imobiliário com forte poder de gerar, em várias escalas, diferenças sócio-espaciais e suas conseqüências na organização espacial (...) A cidade cresceu muito, dando origem a bairros mais equipados com infra-estrutura de consumo coletivo e mais baratos e eficientes quanto aos custos de instalação e manutenção dessa infra-estrutura ocupando hoje a posição de quinta cidade brasileira em população.

MUNIZ (2015) aponta que a industrialização e localização de indústrias na RMF também vêm passando por transformações, sendo que a indústria têxtil tem a maior representatividade no ramo, com a presença de outras indústrias nos setores de metalurgia, mecânica, vestuário, bebidas e alimentos, construção civil, química, dentre outras. Até a década de 1970, a maior concentração industrial localizava-se no município de Fortaleza, nos bairros Mucuripe, Parangaba, na avenida Francisco Sá e bairros ao longo desta, como também no entorno da via férrea, atraindo grande contingente de migrantes na época. Tendo em vista o crescimento da cidade e do centro expandido até a atualidade, essas antigas áreas foram reestruturadas para ocupações residenciais e comerciais, enquanto que as indústrias se afastaram para a periferia urbana e proximidades das estradas. No município de Pacajus, o corredor industrial está ao longo da estrada BR-116 e em Maracanaú, onde há 1.509 indústrias ativas, o acesso se dá por meio do Anel Viário, o qual é conectado a diversas estradas federais e estaduais.

Os desafios maiores da cidade estão relacionados à pobreza, áreas irregulares, favelas e populações em situação de vulnerabilidade social, ambiental ou sanitária. Em 2010, Fortaleza

e os outros 3 municípios mais populosos da RMF contavam com 886.115 moradores situados em aglomerados subnormais⁵¹, conforme a Tabela 11:

Tabela 11: população e aglomerados subnormais

Município	Aglomerados subnormais	População residente
Fortaleza	194	710.066
Caucaia	14	89.175
Maracanaú	3	57.890
Maranguape	2	28.984

Fonte: IBGE, 2010

De acordo com SILVA (2015) nos anos 1930 surgiram as primeiras favelas, instaladas em áreas mais distantes dos bairros melhor equipados com infraestrutura. Uma das características do processo de favelização em Fortaleza é a ocupação dos leitos das vias, por não ocupar terras inseridas na trama da indústria imobiliária e não incomodar a população que estava em torno do centro. Algumas dessas terras não eram adequadas para a ocupação por haver maiores riscos de inundações (depressões, vales e margens de corpos d'água), elas acabaram sendo ocupadas por populações carentes e construções precárias em comparação às áreas regulares. GONDIM & GOMES (2012) reforçam a correlação entre vulnerabilidade social e ambiental na cidade, citando que as maiores concentrações de pobreza urbana próximas a bairros de alta renda em Fortaleza estão em áreas de dunas (ex: Pirambu), ou ao longo das margens alagáveis dos rios (ex: Lagamar).

Num estudo conduzido por ZANELLA et al (2013) na bacia hidrográfica do baixo rio Cocó, foi notado que parte das áreas de alta vulnerabilidade social coexiste com as de maior vulnerabilidade ambiental, sobretudo de inundações que fazem parte daquele ambiente de manguezal em épocas de chuva, mas que vêm se tornando mais impactantes devido à impermeabilização do solo urbano. De acordo com esses autores:

“A população que lá se instala, pelas suas condições sociais, não tem meios para enfrentar as adversidades daqueles ambientes, ampliando ainda mais os problemas socioambientais (p.330)”.

SANTOS (2013) analisou a interface entre a Política Municipal de Habitação (PHIS) e o Plano Diretor Participativo (PDPFor). A autora defende que as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) são o principal instrumento que exige e pode viabilizar o diálogo entre as

⁵¹ Conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa (Fonte: IBGE, Censo 2010).

políticas urbana e habitacional. Em 2010, 135 delas foram oficialmente delimitadas em 2010, sendo 45 do tipo “favela”, 56 do tipo “conjuntos habitacionais e loteamentos clandestinos” e 34 como “vazios urbanos”. A autora defende “a necessidade de liberação das terras infraestruturadas retidas no processo de especulação imobiliária, e que as ZEIS vazias já delimitadas no PDPEFor fossem implementadas”, e a necessidade de se criar Conselhos Gestores nas ZEIS do tipo “favela”, tal como ocorreu em Lagamar.

A poluição dos recursos hídricos (águas interiores e costeiras) também afeta a cidade. No caso de estudo feito nos rio Cocó e Ceará por DUAVI et al. (2015) mostrou haver concentração de inseticidas (cipermetrina e malationa, dentre outros) em vários pontos monitorados, inclusive na zona estuária, em decorrência do combate a insetos, em âmbito individual ou pulverizações em âmbito civil. Vieira et al (2002) apontam que a contaminação de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) das galerias de águas pluviais (GAP) em função de ligações clandestinas de esgoto, dentre outros fatores, compromete negativamente a qualidade das águas costeiras e trazem riscos a banhistas, a depender da época do ano e da maré.

Frente a uma população em constante crescimento e à escassez de recursos hídricos (em quantidade ou qualidade próprias), o desafio de suprir com eficiência e em totalidade as demandas de água e esgoto requer a previsão de obstáculos e desafios que superam a esfera de atuação da CAGECE. Por outro lado, a companhia é colocada em âmbito público numa posição estratégica de sanar problemas cuja resolução poderá contribuir numa maior prosperidade de toda a RMF, que vai muito além dos serviços que são prestados por ela.

5.2.a. Nairóbi - Fundação, Crescimento e Contexto Nacional

Nairóbi foi fundada em 1899 pelos britânicos, no intuito de servir de área de suprimentos e entreposto comercial na metade do percurso da estrada de ferro que conectava Kampala (capital da atual Uganda) a Mombasa, o principal porto do Quênia contemporâneo. O que motivou a construção dessa estrada foi a ampliação da conquista dos britânicos para o interior oriental do continente africano, sendo que a região dos grandes lagos era bastante visada para dominação.

O sítio geográfico chamou atenção anteriormente da tribo Maasai, que denominara o local de *Enkare Nyrobi*, termo que posteriormente deu nome à cidade, cuja tradução significa “águas frias”. O fato se justifica, primeiramente, pela altitude de aproximadamente 1600 m, que propicia temperaturas amenas durante alguns meses do ano, mesmo na proximidade da linha do Equador (latitude 1,3° S) e, em segundo, pelo terreno ter características brejosas em ambiente de savanas (Figura 23). Antes desse período, a área era inabitada e a presença de água junto à posição estratégica na ferrovia motivou que britânicos, indianos e africanos de diversas tribos se assentassem no local e assim, organizou-se um comitê em 1901 para a gestão da ocupação do solo e dos serviços públicos.

No bazar indiano (Figura 24) que foi instalado no centro da cidade, a presença de ratos era elevada devido ao fácil acesso a restos de alimentos vendidos por lá, cujas consequências levaram muitos dos moradores a se infectarem pela peste bubônica. O médico Alfred Spurrier, oficial sanitário do governo, ordenou que toda a rua do bazar indiano fosse queimada em 1902, em decorrência das 20 mortes que ocorreram⁵².

Após apenas 6 anos de fundação, Nairóbi passou a ser a capital do protetorado britânico, substituindo Mombasa. A maior atratividade dos colonos britânicos ao local, com terras férteis e clima ameno motivou a migração e o desenvolvimento de diversas atividades econômicas (NAIRÓBI, 2017)⁵³.

⁵² <https://www.theeagora.com/birth-city-photo-essay-history-Nairóbi/> - acesso em 12/04/2018.

⁵³ <http://www.Nairóbi.go.ke/home/history/>



Figura 23: Paisagem savânica nos morros de Ngong, no sítio geográfico de Nairóbi.

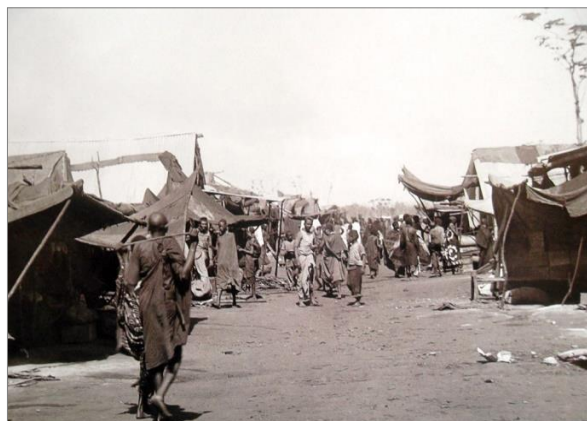


Figura 24: Bazar Indiano de Nairóbi, início da década de 1900.

Fonte: *The Birth of a City – A photo essay on the History of Nairobi*, 2014

Em 1913, foi estabelecida uma Política de Saúde Pública (PHO)⁵⁴ na cidade, visando à segregação espacial de etnias, proibindo-se que não europeus vivessem em áreas onde viviam os europeus, o que teve por consequência o afastamento de não-brancos para áreas mais periféricas ou para fora da cidade. Uma das motivações dessa política foi a dos problemas sanitários, principalmente ligados ao bazar indiano, o qual chamava atenção por estar no centro da cidade e atrair cidadãos de diferentes raças e etnias de Nairóbi e vilas da região. Acreditava-se que o contato direto entre europeus e não europeus poderia agravar transmissões de doenças induzir epidemias (MURUNGA, 2012). Nesse mesmo ano, foi implantado na cidade o primeiro sistema de abastecimento público de água por meio da captação nas fontes Kikuyu Springs, o qual serve de manancial ainda nos dias de hoje.

Pela importância para o comércio local, o bazar indiano continuou a ser o único local permitido de ser frequentado por todas as etnias, o qual foi relocado para a atual *Biashara Street*. Com o passar do tempo, após uma série de tensões que essa segregação provocou por questões econômicas (comerciais), políticas e étnicas, em 1923 a PHO foi revogada. Devido às melhorias das condições sanitárias com a instalação de canaletas de drenagem pluvial, notou-se que a segregação étnica trazia poucos benefícios ao controle de doenças, enquanto a classe comercial da cidade (independendo da etnia) clamava por maiores direitos de instalação de negócios e circulação de mercadorias (MURUNGA, 2012). No documento final da revogação, foi declarado que:

⁵⁴ *Public Health Ordinance- PHO*

O cumprimento rígido das regulações sanitárias e de construção, sem nenhuma discriminação racial pelas autoridades do Município e da Colônia, serão suficientes. (Colonial Office, Indians in Kenya, 15. Apud MURUNGA, 2012).

Apesar das políticas públicas do período colonial terem buscado gradativamente a igualdade entre raças, a desigualdade permanecia quanto à distribuição de terras e ao poder aquisitivo. Em 1927, foi criada a Associação Central dos Kikuyu (KCA)⁵⁵ – sediada em Nairóbi, no intuito de reivindicar maiores direitos à população kikuyu e aos africanos frente às autoridades britânicas. Futuramente, ao fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a associação se tornou a *Kenya National African Union* – KANU em 1944, o qual se opôs à dominação britânica e teve importante papel no processo de independência do país. A Revolta dos Mau Mau⁵⁶, que teve por objetivo a independência do país, foi liderada pelo Exército de Libertação da Terra do Quênia - (KFLA)⁵⁷, cujo episódio marcou violentamente o país por constantes ataques e contra-ataques que ocorreram entre africanos e britânicos. Os dois grupos quenianos KANU e KFLA, apesar de terem tido objetivos semelhantes, não trabalharam em conjunto devido a divergências ideológicas sobre a obtenção da independência, se por vias político-diplomáticas ou por ações bélicas. Em dezembro de 1963, o Quênia se tornou independente do domínio britânico e passou a ser presidido por Jomo Kenyatta, líder do KANU.

Durante o período (1945-1963), Nairóbi cresceu e, junto a Mombasa, as duas se tornaram os principais centros urbanos e industriais do país. De acordo com HOMOLEN (apud ZWANENBERG, 1974), o Padrão Urbano de Colonização⁵⁸ que ocorreu em quase toda a África consistia em centralizar em uma única cidade grande o desenvolvimento, em meio a centenas de vilarejos e cidades microscópicas. Em 1962, cerca de 90% da população queniana permanecia rural. Após a independência, a cidade passou por algumas dificuldades no fornecimento de energia elétrica e água potável ocasionadas por longos racionamentos, o que em poucos anos foi resolvido com melhorias e reestruturação na gestão. Para o abastecimento público, em 1936 foi construída a primeira barragem para armazenamento de água no rio Ruiru e em 1945 sobre o rio Sasumua, ambas utilizadas até hoje para este fim.

⁵⁵ *Kikuyu Central Association – KCA*. Kikuyu é a etnia negra com maior quantidade de população e representatividade no Quênia, na época e ainda atualmente

⁵⁶ Termo de origem incerta, cujo significado pode remeter à “expulsão dos estrangeiros”, ou então a algo feroz e selvagem.

⁵⁷ *Kenya Land of Freedom Army*

⁵⁸ *Colonial Urban Pattern*

Observa-se na figura 25 e na figura 26 a Manutenção do plano urbano inicial e ruas, porém o nome de muitas vias foi alterado ao longo do tempo, por motivos políticos e ideológicos.

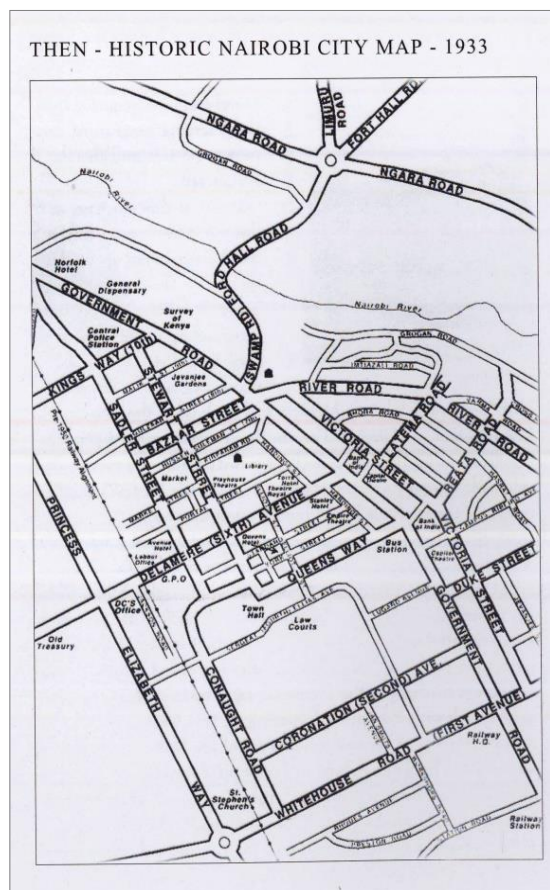


Figura 25: Ruas do Centro da cidade de Nairóbi em 1933⁵⁹

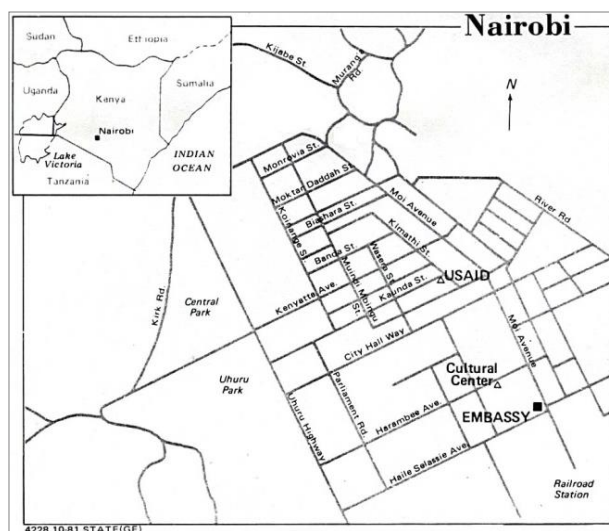


Figura 26: Ruas do Centro da cidade de Nairóbi em 1981⁶⁰.

Ao longo do século XX, a cidade de Nairóbi passou de um pequeno vilarejo em meio à savana a um dos principais conglomerados financeiros e populacionais da África Oriental. A partir da independência do Quênia, as décadas de 1960 e 1970 foram marcadas por maior liberdade e estabilidade política, progresso econômico e atração de grupos empresariais estrangeiros. Em 1972 o centro da cidade passou por uma acelerada verticalização com a construção de arranha-céus e com o *Kenyatta International Conference Centre* (KICC) apto para recebimento de feiras e congressos de cunho internacional.

⁵⁹ <http://www.oldeastafricapostcards.com/>, acesso em 10/01/2018

⁶⁰ <http://www.lib.utexas.edu/>, acesso em 10/01/2018

A modernização da cidade se deu pela implantação de obras de infraestrutura, como exemplo em 1975 com a expansão do aeroporto da cidade e com o aterro sanitário de Dandora, dentre outros projetos de urbanização e de melhoria dos serviços urbanos foram viáveis por meio do endividamento e obtenção de empréstimos. O Banco Mundial, junto a outros bancos internacionais e o Banco Africano de Desenvolvimento, foram os principais financiadores no caso. Ainda, marcando a década de 1970, em 1978 a cidade passou a sediar o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-HABITAT) e, em 1996, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), sendo Nairóbi a única cidade a sediar escritório da ONU na África. A cidade possui contrastes urbanos e socioeconômicos de grande magnitude, como identificam a Figura 27 e a Figura 28 , com arranha-céus e arquitetura moderna no centro da cidade junto a ocupações irregulares e favelas em áreas mais periféricas.



Figura 27: Centro de Nairóbi

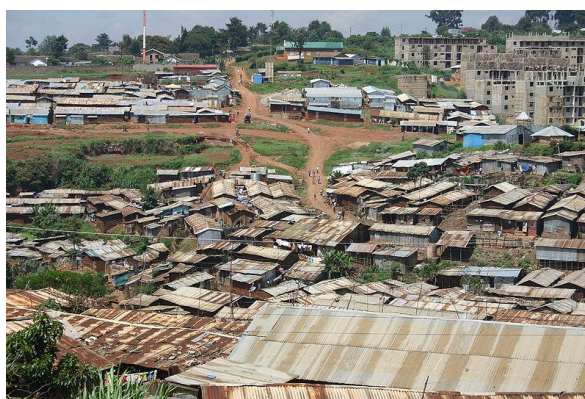


Figura 28: Kibera, a maior favela de Nairóbi

Conforme a Tabela 12, o crescimento da população foi exponencial desde sua fundação, crescendo em média 50% a 100% a cada década.

Tabela 12: Crescimento populacional em Nairóbi

Ano	População	Ano	População
1906	11.512	1963	342.764
1928	29.864	1969	509.286
1931	47.919	1979	827.755
1936	49.600	1989	1.324.570
1944	108.900	1999	2.143.254
1948	118.976	2018	4.174.952

Fonte: Olima 2001 In Mitullah, 2003

MUNDIA & ANIYA (2005) verificaram por meio de análise de imagens Landsat que, entre os anos 1976 e 2000, houve um crescimento de 47 km² da área urbana e de 88 km² das áreas agrícolas, enquanto houve um decréscimo de 77 km² das áreas florestais na província de Nairóbi. Segundo os autores, os principais fatores que levaram a tal alteração do uso e ocupação do solo foram: o rápido crescimento econômico e populacional; o aumento da infraestrutura de tráfego, e; a topografia e geologia, as quais de alguma forma deram direção ao crescimento para áreas mais planas. No que tange a nova apropriação dessas terras e impacto nas comunidades, locais por parte de empreendimentos imobiliários ou para culturas agrícolas, THUO (2013) comenta que foram criadas novas oportunidades como abertura de pequenos estabelecimentos comerciais, enquanto que para outros as dificuldades em se adaptarem à nova realidade induziu à venda da terra, sem que houvesse planejamento em investir o dinheiro obtido.

O crescimento da cidade também levou ao aumento das demandas por serviços de água e esgoto, geridos principalmente pelo Governo de Nairóbi e órgãos colegiados e, atualmente possui a *Nairóbi City Water and Sewerage Company* (NCWSC) como responsável por tais serviços.

5.2.b. A Metrópole e a NCWSC

O Quênia possui seu território subdividido em 8 províncias e 47 condados. Nairóbi se situa em um território específico, em uma única província e condado, com área de 696 km², constituído por 8 divisões administrativas (Figura 29) e 17 colégios eleitorais⁶¹. O Governo do

⁶¹ O parlamento é constituído por 290 parlamentares.

Condado de Nairóbi é o responsável pela gestão pública desse território e a população era distribuída entre as 8 divisões no ano de 1999 conforme a Tabela 13:

Tabela 13: População por divisão administrativa

Divisão	Homens	Mulheres	Habitações	Total
Central	129.464	105.478	69.958	234.942
Makadara	108.773	88.661	58.032	197.434
Kasarani	183.320	155.605	109.149	338.925
Embakasi	227.098	207.786	133.472	434.884
Pumwani	109.809	92.402	54.801	202.211
Westlands	111.209	96.401	61.258	207.610
Dagoretti	125.072	115.437	73.670	240.509
Kibera	159.083	127.656	89.086	286.739
Total	1.153.828	989.426	649.426	2.143.254

Fonte: ONU & Governo do Quênia, 2007.

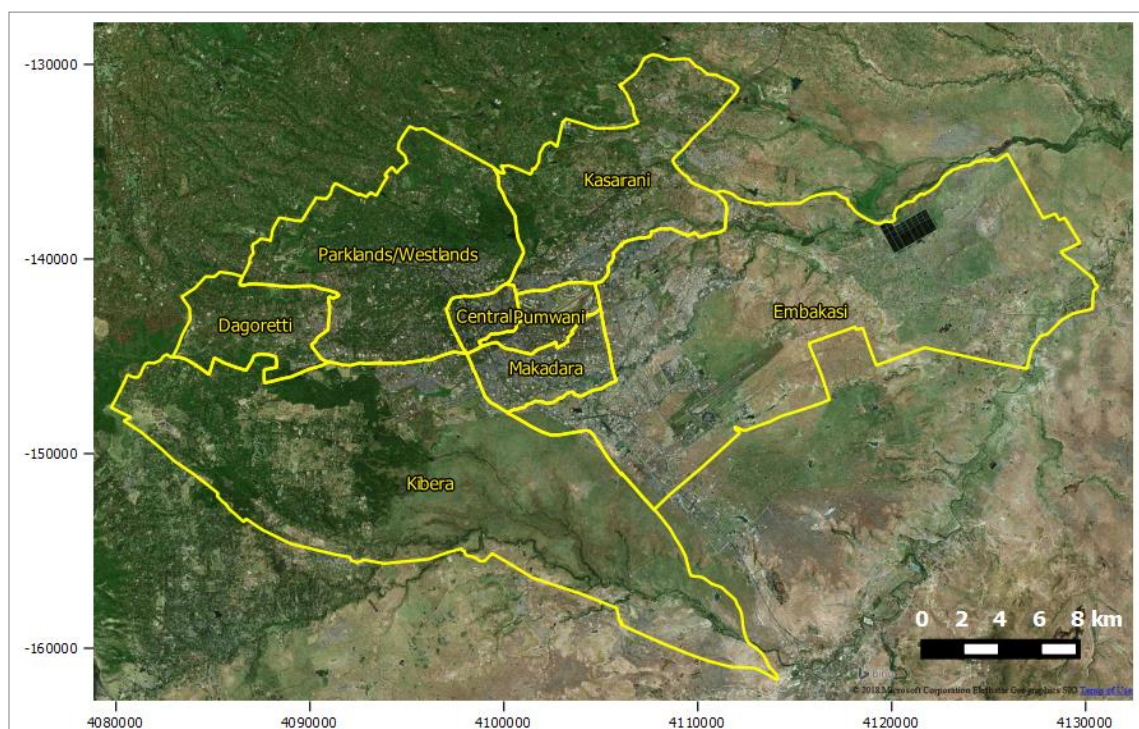


Figura 29: limites das divisões do Condado de Nairóbi.

Fonte: Imagem aérea – Bing; limites - NCWSC; adaptado pelo autor.

A *Nairóbi City Water and Sewerage Company* (NCWSC) foi estabelecida em 2003, constituída em 100% por capital público do Condado de Nairóbi. Sua fundação foi promulgada por meio da lei nacional Companies Act (CAP 486), a qual regulamenta o funcionamento das companhias públicas no país. Antes disso, a companhia estava submetida

à gestão da Athi Water, criada por meio do Water Act em 2002 como órgão filiado ao Ministério da Água e Irrigação para facilitar o gerenciamento de companhias de água e esgoto locais em diversas localidades do Quênia. Tendo em vista a capacidade de Nairóbi em ter a sua própria companhia, decidiu-se por criar um órgão independente das decisões da Athi Water.

A NCWSC trabalha exclusivamente com serviços de água e esgoto dentro do território do Condado de Nairóbi, sem a existência de outros concorrentes, com exceção dos serviços de sistemas isolados e locais de abastecimento de água ou esgotamento sanitário. Devido ao crescimento acelerado da cidade nas últimas décadas, estão surgindo áreas de conurbação com áreas urbanas limítrofes, porém os serviços são prestados por outras companhias.

O corpo funcional da companhia em 2017 era de 3.400 empregados diretos. A empresa é dividida em 8 diretorias (Auditoria, Finanças, Técnica, Recursos Humanos & Administração, Jurídico & Seguros, Comercial, TIC e Gestão de Diretorias), todas ligadas diretamente ao Diretor Administrativo, o cargo máximo na companhia. O organograma da companhia pode ser observado no Anexo 2 desta tese, no qual se destaca a gerência onde se realizam as principais tarefas sobre SIGs.

A Tabela 14 e a Tabela 15 mostram que, apesar da população de Nairóbi não ter acesso aos serviços de água e esgoto em sua totalidade, a NCWSC é responsável por percentuais mais elevados em comparação às outras regiões do país. No caso, a capital concentra 10% da população do país e quase 70% dos lares com rede de esgotamento sanitário e 28% com água potável encanada e em âmbito nacional. Na Tabela 14, foram consideradas alternativas de esgotamento sanitário não contempladas pela companhia.

Tabela 14: Instalações para defecação por lar

Províncias	Rede de Esgoto	Fossa séptica	Fossa negra	Latrina a fossa ventilada	Latrina coberta ou descoberta	Pinico	Arbustos	Outros	Total	Rede de Esgoto (% do total)	Contribuição da NCWSC na Rede de Esgoto
	A	B	C	D	E	F	G	H	I = A + B + C + D + E + F + G + H + I	J = (A/I)%	K (total da contribuição da coluna A)
Quênia (nacional)	674.541	299.030	29.881	430.827	6.100.234	22.828	1.196.509	14.104	8767954	8%	100%
Nairóbi	469.830	95.410	10.489	26.447	370.463	5.205	3.962	3.180	985.016	47,70%	69,70%
Central	46.456	61.186	3.227	83.576	1.025.499	1.164	3.049	585	1.224.742	3,80%	6,90%
Coast	42.233	57.037	5.514	39.012	403.917	4.615	177.671	1.200	731.199	5,80%	6,30%
Eartern	20.299	21.771	3.033	91.685	1.008.090	894	137.365	1.701	1.248.838	1,60%	3,00%
North Eastern	1.394	1.267	435	4.025	100.110	7.136	197.094	1.200	312.661	0,40%	0,20%
Nyanza	15.771	8.438	993	41.573	909.881	1.026	208.410	2.195	1.188.287	1,30%	2,30%
Rift Valley	70.431	47.873	5.186	95.481	1.470.781	1.959	443.016	2.406	2.137.136	3,30%	10,40%
Western	8.127	6.048	1.004	48.998	811.493	829	25.942	1.634	904.075	0,90%	1,20%

Fonte: Kenya National Bureau of Statistics, 2009

Tabela 15: Serviços formalizados de água e esgoto no Quênia

Províncias	Rede de água tratada até a Habitação	Acesso à água encanada tratada	Total água encanada	Total de habitações	% de habitações com água tratada	% Contribuição da NCWSC de água encanada por região
	A	B	C = A + B	D	E = (C/D)%	F (Contribuição regional ao total)
Quênia (nacional)	602884	2023745	2626629	8767954	30%	100%
Nairóbi	230704	514943	745647	985016	76%	28%
Central	112253	374841	487094	1224742	40%	19%
Coast	55457	283378	338835	731199	46%	13%
Eastern	60338	305832	366170	1248838	28%	14%
North Eastern	4908	31322	36230	312661	12%	1%
Nyanza	15649	85899	101548	1188287	9%	4%
Rift Valley	110753	377462	488215	2137136	23%	19%
Western	12822	50068	62890	1804749	3%	2%

Fonte: Kenya National Bureau of Statistics (KNBS), 2009

A NCWSC dividiu o território e cadastramento de usuários no Condado de Nairóbi em seis distritos, nos quais existe um departamento corporativo próprio para fazer a gestão dos serviços de água e esgoto de cada um deles, cuja nomeação se deu conforme pontos cardinais e colaterais com relação ao centro da cidade, conforme o mapa na Figura 30.

Além desses, existe um departamento específico na companhia para cuidar dos assentamentos informais (*Informal Settlements*), simbolicamente chamado de “sétimo departamento” pelos funcionários da companhia, sendo que aproximadamente 60% da população da cidade reside em tais áreas (NCWSC, 2017), caracterizadas por acentuada pobreza, construções precárias e sem planejamento urbano por parte de órgão do governo. Apesar das dificuldades burocráticas e estruturais em suprir tais áreas, o esforço em elaborar projetos específicos e alternativos às metodologias convencionais acaba por se concentrar principalmente nesse departamento, o qual atende a ações sobre assentamentos informais nos 6 demais distritos. Dentre eles, destacam-se projetos de implantação de redes de água e esgoto e cadastramento dos usuários, a construção de blocos de latrina (*abblution blocs*) para o esgotamento sanitário, por meio de ações cooperativas entre a companhia, que oferece os materiais e o conhecimento, e as comunidades oferecem a mão-de-obra. Ainda, em divesas favelas da cidade, foram instaladas torneiras com água tratada e de uso público, as quais por

meio de cartão magnético oferecido a cada família elas têm direito a usar créditos. Para 20 litros de água tratada, costumeiramente guardados em galões, o custo é de KES 1,00⁶². Apesar do sistema ser considerado provisório, ele minimiza a proliferação de doenças de veiculação hídrica pela potabilidade da água fornecida.

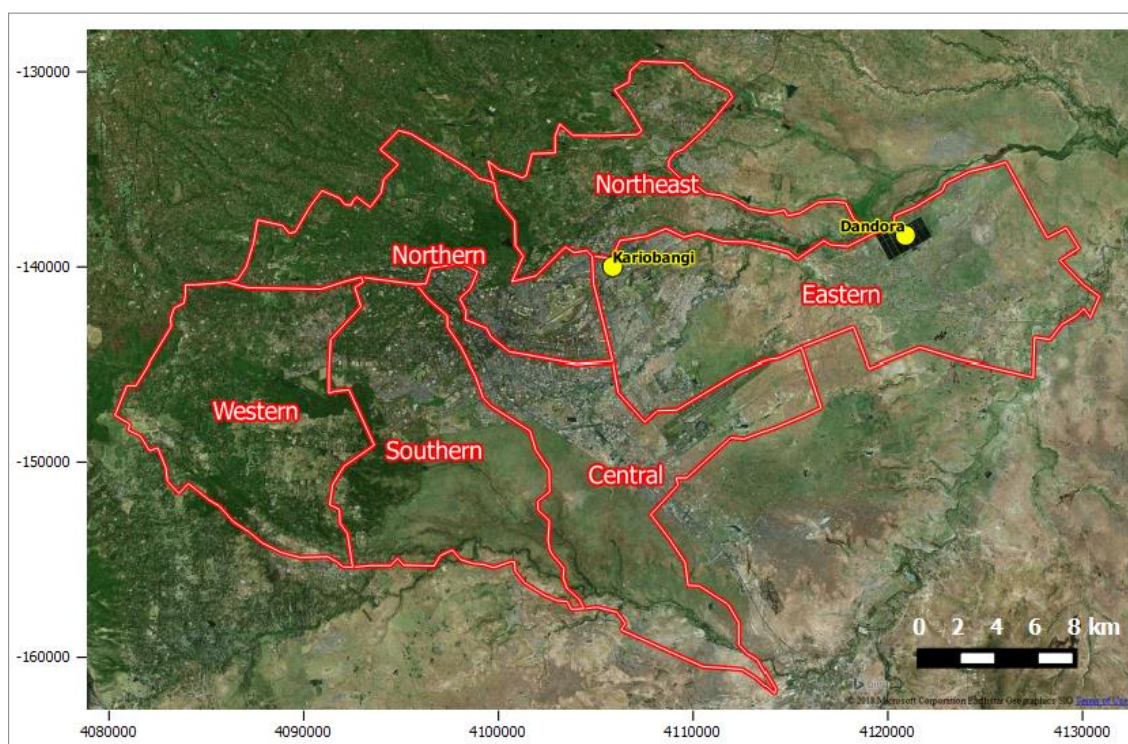


Figura 30: Divisão dos 6 distritos operacionais da NCWSC

Fontes: Bing (Imagem de satélite); NCWSC (limites dos distritos). Adaptado pelo autor.

Os principais mananciais usados para o abastecimento público de água consistem num conjunto de represas, sendo que algumas delas já tinham sido construídas na época dos britânicos, os quais priorizaram corpos d'água mais afastados devido à melhor qualidade da água. Além dessas, as fontes Kikuyu mantém água de boa qualidade ainda nos dias de hoje, sendo que para o tratamento é exigida somente a cloração. Devido ao crescimento populacional após o período colonial, novas represas foram construídas, que receberam os nomes dos próprios rios represados, com destaque à barragem Thika (Figura 31) a qual fornece cerca de 85% de toda a água consumida pelo sistema público de abastecimento de Nairóbi.

As represas se localizam em altitudes mais elevadas que Nairóbi, cuja média anual de

⁶² Equivalente a US\$0,01, conforme câmbio de 25/09/2018.

precipitação nas respectivas áreas é de 2.500 mm/ano, enquanto que na cidade de Nairóbi é de 800mm/ano, o que dá maiores garantias à segurança hídrica. Ainda, pela altitude, há a vantagem da adução de água bruta ocorrer exclusivamente por gravidade para a ETA Kabete e, após o tratamento, a adução por gravidade tem continuidade para os dois principais reservatórios da cidade (Kabete e Gigiri). No caso da represa Sasumua, a adução de água é aproveitada para geração de energia elétrica. Na Tabela 16, são apresentadas informações a respeito dos principais mananciais e estruturas que compõem o sistema de abastecimento metropolitano.

Tabela 16: Mananciais e estruturas para abastecimento de água

Nome	Inauguração	Volume total	Vazão média	Distância de Nairóbi (km)
Barragem Thika	1994	70.000.000 m ³	*	50
Barragem Sasumua	1955/1968	15.900.000 m ³	59.553 m ³ /dia	60
Barragem Ruiru	1950	2.900.000 m ³	19.343 m ³ /dia	25
Kikuyu Springs	1913	*	5.500 m ³ /dia	18

* - dados indisponíveis

Existem 2 ETEs para tratar todo o efluente coletado. A ETE Kariobangi (Figura 32) é utilizada para o tratamento de efluentes sanitários e águas pluviais da drenagem urbana. Ela tem capacidade para tratar até 32.000 m³/dia com gradeamento (fino e grosso), e mais três etapas: tanques de decantação e remoção de óleo; tanque de filtros para atividade biológica, e; outros tanques de decantação. O lodo é encaminhado para um biodigestor, no qual permanece entre 30 e 60 dias e, após o período, é fornecido gratuitamente para agricultores, com a recomendação de utilizarem somente para culturas não comestíveis como madeira e flores. A ETE Dandora funciona por meio de 32 lagoas de estabilização numa área de 210.000 m², com capacidade para tratar 80.000 m³/dia, cerca de 80% de todo o esgoto de Nairóbi. O lançamento do efluente tratado de ambas as ETEs ocorre sobre o Rio Nairóbi, que atravessa a cidade.



Figura 31: Vertedouro no reservatório Thika. Foto retirada pelo autor (jun/2017)



Figura 32: Decantador na ETE Kariobangi. Foto retirada pelo autor (jun/2017)

Os serviços de água e esgoto no Quênia e a gestão dos recursos hídricos se fundamentam no Water Act aprovado em 2002 para dar diretrizes sobre potabilidade e qualidade da água, uso de águas subterrâneas e superficiais, fiscalização, políticas de financiamento de projetos hidráulicos e de saneamento, dentre outros. Os serviços são regulados em nível nacional por meio da Water Services Regulatory Board (WASREB), que faz a concessão da prestação de serviços, a fiscalização do atendimento aos usuários realizado pelas companhias de saneamento, a aprovação de tarifas pelos serviços de água e esgoto no país e orientações sobre governança e gestão das companhias⁶³. Na escala local, o órgão responsável pela regulação de Nairóbi é a Athi Water Service Board (AWSB).

5.2.c. Perspectivas e Desafios Urbanos de Nairóbi

O caráter global da cidade se destaca no crescente interesse empresarial, financeiro e político e nos atrativos da cidade, do Quênia e de toda a região da África Oriental. Atualmente, a cidade abriga a sede de dezenas de multinacionais, cujas bases atendem frequentemente a outros países da África Oriental, ou mesmo a todo o continente. Estão presentes na cidade por meio de escritórios e/ou instalações industriais empresas do ramo da engenharia e maquinário (General Electric - GE, BASF, Bosch) automobilístico (Toyota, Mitsubishi, Scania), eletroeletrônico e informática (IBM, CISCO, LG, Nokia, Sony, Motorola, Kaspersky), alimentos e bebidas (Coca Cola, Nestlé, Heineken), farmacêutico (Merck, Pfizer, BASF), dentre outras. Além dessas, existem as próprias indústrias quenianas instaladas em Nairóbi ou no entorno próximo, principalmente dos ramos de bens de consumo como

⁶³ A WASREB publica gratuitamente em seu site manuais a todo o público referente a cada uma das ações expostas (www.wasreb.go.ke), a qual publica

vestuário, alimentos e bebidas, autopeças, cosméticos, plástico, químicas, dentre outras. De acordo com OGENDO (1978), os principais eixos onde se instalavam tais indústrias no fim da década de 1970 eram nas proximidades das estradas e via férrea Nairóbi – Mombasa (leste) e no distrito de Kiambu (norte), locais onde se situa ainda hoje a maioria delas.

Além disso, vale um destaque ao polo financeiro que constitui a cidade, cuja Bolsa de Valores iniciou as atividades ainda na Era Colonial em 1954. Hoje se encontram sedes regionais de empresas como a Visa, Mastercard, e a sede africana do Banco Mundial, bem como bancos provenientes de outros países e regiões do mundo como Oriente Médio (Dubai Islamic Bank, Gulf Bank, Middle East Bank), Estados Unidos (Citybank), Suíça (Habib Bank), Índia (Bank of Baroda, Bank of India), Reino Unido (Barclays), dentre os africanos internacionais como o Bank of Africa e o United Bank for Africa, e sedes regionais de bancos africanos de outros países. Do ponto de vista geopolítico, a cidade abriga a representação de 102 estados-nações do mundo, sendo 65 na forma de Embaixadas, 18 como Consulados e 19 como Alta Comissão (*High Comission*).

Os atrativos econômicos da cidade, entretanto, não impedem que a população local enfrente questões relacionadas à qualidade de vida e acesso a serviços públicos. No que tange a saúde pública, doenças eventualmente relacionadas à deficiência do saneamento básico ocorrem em Nairóbi, sendo que a prevenção de algumas delas teve relevante avanços nas últimas décadas. Em 2013, houve no condado 2 casos de cólera, 105.659 de diarreia e 19.319 de vermes intestinais (KNBS, 2013). MWANTHI et al (2008) fizeram uma análise em 1.632 estudantes de 32 escolas na cidade, com idade entre 14 e 16 anos e identificaram que 1,2% deles estavam infectados por pelo menos um dos seguintes vermes: *A. lumbricoides*, *T. trichiura*, *Hookworm ssp.* e *S. mansoni*. Apesar do risco, os autores concluíram que o índice de doenças verminais vem diminuindo se comparado a outros estudos semelhantes realizados em 1972 e 1984.

Infecções não necessariamente sintomáticas também foram estudadas. WORELL et al. (2016) realizaram um estudo específico na favela de Kibera, a maior de Nairóbi, sobre infecção por helmintos e identificaram que 40,2% das 844 crianças estudadas estavam infectadas por pelo menos um tipo de helminto, sendo a causa mais comum de infecção foi o uso de toaletes compartilhados por várias famílias e fora dos limites dos domicílios, o que foi verificado em 95% dos casos.

Em relação ao empreendedorismo, a pesquisa de MAKORI (2013) apontou que os principais desafios enfrentados pelas micro e pequenas empresas no distrito industrial de Nairóbi se referem à incerteza política, sobretudo em períodos eleitorais, à competição com grandes empresas e ao atendimento da legislação. Frente a tais desafios, algumas das alternativas implementadas por essas pequenas empresas se referem à melhoria da qualidade dos produtos, dos serviços de atendimento ao cliente, na avaliação das propostas comerciais conforme demandas do mercado e na competitividade dos preços. GULYANI & TARUKDAR (2010) apontaram o surgimento de microempresas formais ou informais nas favelas de Nairóbi, sendo que das 534 levantadas 45,5% trabalhavam com alimentação (venda e/ou preparo), 24,2% com vestuário e calçados (fabricação e reparos), 7,8% com quiosques de vendas de produtos múltiplos, 7,7% em produção de bens duráveis como móveis ou conserto de eletrodomésticos e automóveis, dentre outros. Os autores defenderam que deve haver maior incentivo a tais atividades para o combate da pobreza, porém enfatizam a necessidade de intervenções por meio de melhorias na legislação, no acesso ao crédito e à infraestrutura de saneamento e energia, bem como suporte técnico e educacional a estes profissionais.

Para os jovens moradores das favelas entre 12 e 17 anos, KABIRU et al (2014) indicaram que os principais motivos que acentuam a vulnerabilidade dessa população são o risco de contrair o vírus HIV, falta de segurança, assédio policial, inviabilidade de completar os estudos e, no caso das mulheres, a gravidez precoce. Como maiores aspirações, os jovens indicaram como desejos a aquisição de uma casa própria, a capacidade de cuidar dos pais quando estiverem idosos e a obtenção de um "bom"⁶⁴ emprego. Entretanto, a mesma pesquisa mostrou que a expectativa em alcançar tais aspirações vai diminuindo no grupo estudado com idades entre 18 e 22 devido às dificuldades enfrentadas. Alguns jovens conseguem progredir, muitas vezes com apoio de ações governamentais por meio de programas como o Kazi kwa Vijana (*Jobs for youth*), que promove capacitação e empreendedorismo aos jovens, e o acesso a crédito pelo *Youth Enterprise Development Fund*.

Questões ambientais também afligem a cidade. Por um lado, o planejamento de uso e ocupação do solo garantiu que diversos parques (unidades de conservação) fossem preservados do acelerado crescimento. A despeito da fiscalização das fontes poluidoras, o aumento e concentração populacional impulsionaram o agravamento da poluição do ar e do acúmulo de resíduos sólidos sem coleta ou encaminhamento adequado. De acordo com o relatório *City of Nairóbi Environmental Outlook* (UNEP & Governo do Quênia, 2007), a

⁶⁴ Aspas dos próprios autores (KABIRU et al.)

poluição do ar se remete à falta de fiscalização dos veículos e de regulação dos motores, à queima de lixo pela população e ao uso de combustíveis fósseis para a produção de energia. Quanto aos resíduos sólidos, foi apontado que cerca de 40% dos domicílios não possuem coleta formal (serviço público ou privado), sendo que a destinação destes acaba sendo improvisada em locais impróprios como terrenos baldios e margens de cursos d'água, além da queima.

Apesar de todo esgoto coletado pela NCWSC passar por tratamento e as indústrias passarem pela fiscalização⁶⁵ de seus efluentes, áreas urbanas desprovidas de serviços de esgotamento sanitário, a carga difusa e ligações clandestinas agravam as questões de poluição dos recursos hídricos na área urbana. NJUNGUNA et al. (2017) realizaram amostragens em 30 pontos no rio Nairóbi em outubro de 2015 (período de chuvas) e em junho de 2016 (estiagem), e conferiram que os metais Cr, Pb, Fe, e Mn tinham concentrações superiores às recomendadas pela OMS, cujos excessos foram justificados por ineficiência no tratamento de efluentes industriais e pelo despejo impróprio de resíduos sólidos, conforme pontos de amostra próximos a aterro de resíduos e em áreas industrializadas. K'OREJE et al. (2016) apontaram que o alto risco de exposição da população a doenças como Malária e AIDS intensificam o uso de medicamentos que, consequentemente, afetam a qualidade da água quando em excesso. Na pesquisa realizada com 24 fármacos, foram encontradas altas concentrações de paracetamol e lamivudina nas amostras de água, inclusive em efluentes de saída da ETE Dandora (acima de 160 µg L⁻¹), além de outros fármacos cujas concentrações puderam ser verificadas em até 320 µg L⁻¹ em águas superficiais, igual ou mesmo acima de efluentes não tratados.

Uma das formas previstas pelo Estado de minimizar os problemas urbanos e garantir prosperidade socioeconômica em longo prazo foi o projeto *Nairobi Metro 2030*. O projeto trata de uma coordenação de ações que envolvem melhorias nos serviços de transporte, energia, planejamento do uso e ocupação do solo, habitação, qualidade de vida e saúde, novos parques industriais, dentre outros, para uma área de 32.000 km² que engloba 15 autoridades locais além do condado de Nairóbi. Na visão de MYERS (2015), as ambições previstas por esse projeto não contemplam as dificuldades atuais enfrentadas pelas populações pobres e vulneráveis e privilegia uma visão da elite local que busca o status de cidade global acima da

⁶⁵ A fiscalização é realizada pela *National Environment Management Authority* - NEMA

necessidade de se engajar com essa população carente e movimentos sociais reivindicantes de melhores condições de vida.

No que tange os recursos hídricos, o projeto *Nairobi Metro 2030* prevê que sejam gastos KES 6 bilhões⁶⁶ para melhorias no abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, na redução do consumo de água *per capita* previsto, na diminuição das perdas hídricas, na promoção da captação de águas pluviais e projetos de reuso, na proteção dos mananciais e na melhoria da prestação dos serviços. Com o desenvolvimento da população, acredita-se que a média do consumo *per capita* chegará a 200 l/dia, semelhante a dos países desenvolvidos. Também, a ampliação de parques industriais aumentará a demanda. Junto a esses, há um projeto maior de melhoria de infraestruturas nas favelas, o que inclui a adequada instalação de redes de água e esgoto, assim como eletricidade e coleta de resíduos, cujo orçamento está na casa de KES 32,065 bilhões (KENYA, 2008).

Os desafios enfrentados por Nairóbi sugerem que o caminho da incorporação da informalidade habitacional e econômica à formalidade urbana e jurídica requer esforços de todos os setores da sociedade, desde as populações que voluntário ou involuntariamente se encontram em situações de marginalização por dificuldades em obter melhor qualidade de vida e de trabalho, passando pelo estado e por grandes empresários para a redução das desigualdade e pela flexibilização das ações e implementação de programas de incentivo. A respeito dos serviços de água e esgoto, são verificados avanços dos serviços sobre áreas pobres e em favelas, por conta de iniciativas do próprio governo, principalmente por meio da NCWSC, que contribuem no combate a doenças de veiculação hídrica e na provisão ininterrupta dos serviços para as atividades econômicas.

⁶⁶ Cerca de US\$ 100 milhões, conforme câmbio de 2008, ano em que foi concebido o Nairobi Metro 2030.

5.3.a. Budapeste - Fundação, Crescimento e Contexto Nacional.

O primeiro povo a se assentar no atual sítio de Budapeste foram os romanos, no ano 89 d.c., à margem direita do rio Danúbio e nas proximidades de um vilarejo celta, numa região chamada pelos próprios romanos de *Pannonia Inferior*. O nome *Aquincum* foi atribuído ao local, cujas origens indicam ser uma palavra celta *Aqu-íllir*, que significaria “água dos ilírios”, um povo indo-europeu que na época ocupava a região dos Balcãs e proximidades. Durante a época do Império Romano, o eixo do rio Danúbio situado entre os atuais territórios da Hungria e da Áustria demarcava seus limites (Figura 33), tornando Aquincum um local de importância primariamente militar, onde havia acampamentos e instalações de soldados e legionários, além de agricultura e comércio em escala local.

No início do século III, havia cerca de 10.000 habitantes na cidade e seu entorno já era murado. Para atender ao crescimento populacional e demanda por água, foi construído um aqueduto conectado a uma fonte cerca de 5km a norte da cidade (Figura 34), enquanto o sistema de esgotamento e drenagem eram integrados e presentes em todas as vias urbanas por meio de canaletas. Em 260 d.c., para reforçar a proteção da região pelos romanos, foi edificada uma fortaleza denominada Contra-Aquincum, situada à margem esquerda do rio Danúbio, correspondendo atualmente à área urbana de Peste.

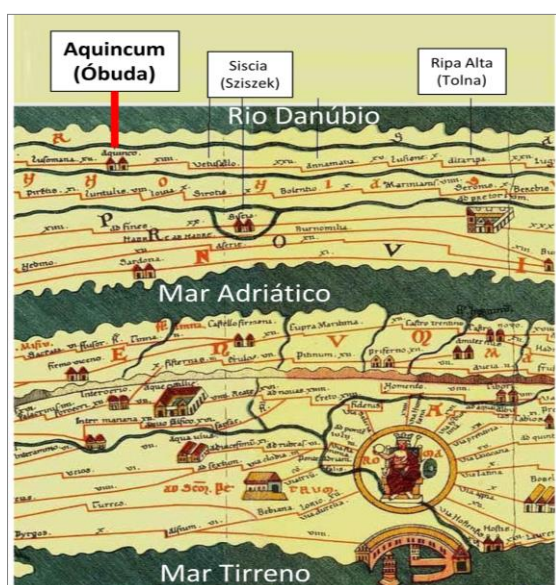


Figura 33: Registro de Aquincum sobre a Tabula Peutingeriana.

Fonte: <https://www.tabula-peutingeriana.de/>, - acesso em 12/06/2018.



Figura 34: Vestígios restaurados do primeiro aqueduto de Aquincum, construído na era do Império Romano.

Fonte: www.muemlekem.hu, acesso em 12/06/2018.

Entre os anos 400 e 900, com o declínio do Império Romano e com as invasões e conquistas de seu antigo território, o atual sítio de Budapeste serviu de passagem a povos de raízes germânicas, eslavas, avaras e hunas em suas campanhas militares e como posto provisório de habitação devido ao nomadismo praticado por esses povos. Os magiares, que nos anos 600 se situavam nos vales dos rios Volga e a norte do mar Cáspio, também tinham hábitos nômades e passaram a se deslocar constantemente pelos territórios de entorno por motivos bélicos, climáticos, de agricultura e de pastoreio, inclusive na região da Bacia dos Cárpatos, área onde hoje é a Hungria. Após campanhas militares e tratativas com comunidades locais no fim do século IX, os magiares passaram a ocupar a maior parte desse território, sob a liderança de Árpád.

Entre os anos 895 e 1000, os conflitos e alianças com povos presentes na região ou em seu entorno levaram à formação das fronteiras do novo território do que um dia se tornaria o Reino da Hungria. Árpád decidiu que a capital se situaria em posição central, com base em aspectos naturais e geográficos deste território, elegendo Aquincum como acampamento militar. Árpád ordenou que as antigas ruínas romanas fossem enterradas e, na época, a cidade vivia de agricultura e artesanato de subsistência, com vinícolas em seu entorno. Aquincum passou a ser chamada de “Buda”, nome cuja origem é controversa. entre a possibilidade deste ser o nome um dos irmãos de Atila o Huno, ou então por ser derivada da palavra eslava *voda*, cujo significado é “água”, devido à presença do rio Danúbio ⁶⁷.

No ano 1000, o Rei Estevão foi coroado pelo Papa Silvestre II, surgindo então o Reino da Hungria. De início, a sede do governo se situava sobre Esztergom, sede da Igreja no território configurado pelo reino e pelo interesse do Rei Estevão na aproximação desta com o Estado. Com o passar de alguns anos, o próprio Rei decidiu que Székesfehérvár passaria a ser a sede o governo e local de coroamento dos novos reis. Enquanto isso, Buda passou a ser construída sobre colinas na forma de uma cidadela, ao contrário de Aquincum que se situava um pouco mais a norte, em área bastante plana. Ao longo dos primeiros séculos do Reino da Hungria, foi construído o Forte de Buda em 1246 pelo Rei Béla IV, com vistas à proteção da cidade das invasões mongóis.

Em 1354 o Rei Lajos I, cujo trono se situava em Visegrád, passou a sede do governo para Buda, a qual se manteve permanentemente como capital do reino. Enquanto Buda estava ascendendo do ponto de vista político e pela melhoria da infraestrutura urbana, Peste, situada

⁶⁷ <http://budapest.hu/Lapok/Fovaros/Budapest-tortenete>, acesso em: 10/05/2018.

à margem esquerda do Danúbio, era um pequeno vilarejo ocupado por pradarias em seu entorno.

Entre os séculos XIII e XIV a Europa vivenciou uma série de epidemias, as quais não pouparam a vida nem mesmo de reis húngaros, como o rei Albert (1439) por Disenteria e o Hunyadi János (1456) pela Peste Negra. Em Buda, no ano de 1360 cerca de 16.000 pessoas morreram de Peste Negra. Apesar de na Hungria os sistemas de saneamento terem enfrentado na época a mesma precarização ocorrida no resto do continente, o país foi razoavelmente poupado da Peste Negra por dois motivos. Em primeiro, pelo fato da população húngara na época ter predominantemente sangue do tipo "B", menos vulnerável à Peste Negra que o sangue tipo "A", e em segundo, pelo Reino não ter se situado sobre as principais rotas comerciais da Europa da época⁶⁸. A paisagem urbana da cidade de Buda em 1497 pode ser observada na Figura 35, a seguir:



Figura 35: Buda, na obra de Hartmann Schedel (1440-1514)

Fonte: <https://www.raremaps.com/>. Consulta em 10/06/2018.

Em 1541, os turcos conquistaram o Palácio Real de Buda após a batalha de Mohács ocorrida em 1526, na qual foram mortos o rei Lajos II e sua esposa. No período até 1686, a cidade foi governada por representantes do Sultão do Império Turco Otomano (Figura 36). Apesar da aparente estabilidade, houve conflitos relativos a excesso de impostos cobrados aos não muçulmanos e ao aumento da vulnerabilidade de cristãos e judeus. Foram demolidas

⁶⁸ http://kulturpara.blog.hu/2017/05/20/lepra_es_pestis_magyarorszagon. Consulta em: 10/05/2018

igrejas e sinagogas e foram construídas 4 mesquitas, além da população, genericamente, não ter se identificado com a governança da dominação turca durante o período. Por outro lado, Buda era local estratégico para os turcos do ponto de vista administrativo e comercial, os quais investiram com reforços dos muros da cidade e realizaram uma maior integração entre a gestão da cidade junto a Peste. Quanto aos serviços de saneamento, os turcos resgataram a tradição das termas (exemplo na Figura 37), sendo que 4 delas foram construídas na época, semelhantemente às da época de Aquincum, lembrando que as termas foram negligenciadas durante toda a Era Medieval.



Figura 36: Buda e Peste na época da ocupação turca em 1600, retratada por Georg Hoefnagel (1542-1601).



Figura 37: A Terma do Rei (*Király fürdő*), construída na época da ocupação turca em 1570 e até hoje em funcionamento.

Fonte: <http://en.kiralyfurdo.hu/>, consultado em 08/06/2018.

Entre o final do século XVII e 1918, a Hungria esteve sob o domínio dos Habsburgos, família real austríaca. Politicamente, o período foi marcado, inicialmente, por retaliações turcas no intuito de retomarem a cidade e, posteriormente, por constantes batalhas e reivindicações promovidas pelos húngaros a fim de retomarem o controle sobre a cidade e sobre o país. Até o fim do século XVIII, houve avanços na gestão urbana e infraestruturas. Em 1692, o Conselho da cidade proibiu a estocagem e despejo de resíduos nas ruas, sob pena de multa, estabelecendo que os resíduos fossem estocados nas saídas da cidade, como o caso da Porta Hatvan.

O século XIX foi um século de intensa efervescência política, cultural e econômica em Buda e Peste. As duas cidades de características medievais foram unificadas e se tornaram numa capital com serviços públicos amplos e propiciou melhor qualidade e condições de vida. Por se tornar a cidade mais desenvolvida da Hungria, ela passou a sediar as principais estruturas do país e se tornou um canteiro de obras, principalmente na plana cidade de Peste,

onde o desenvolvimento urbano ocorreu de forma mais acelerada se comparado ao acidentado relevo de colinas de Buda.

Em março de 1838, ocorreu a maior enchente já registrada na cidade, em decorrência da concomitância de fortes chuvas e início do período de degelo no pós inverno. Peste foi a área mais afetada (Figura 38). Milhares de casas foram devastadas e cerca de 22 mil pessoas perderam seus pertences e bens patrimoniais. Em 1846, especialistas de Viena colaboraram na concepção do sistema de esgotamento sanitário urbano. No mesmo ano, foi inaugurada a primeira ferrovia do país, ligando Peste a Vác. Em 1848, foi inaugurada a Ponte das Correntes (Lánchíd), facilitando intensamente a circulação de pessoas, veículos e mercadorias entre as duas margens do Danúbio (Figura 39), o que favoreceu posteriormente em 1873 a formação de Budapeste, unificando-se num mesmo território administrativo as cidades de Buda, Óbuda e Peste.



Figura 38: Inundação de 1838, retratada por John Hürlimann.

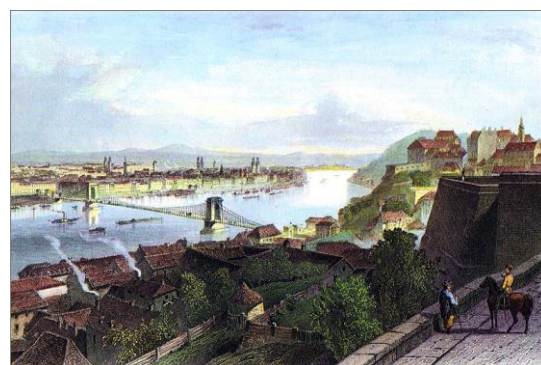


Figura 39: Ponte das correntes sobre o Danúbio, retratada por Adolphe Rouargue (1810-1870).

Em 1868, justamente 2 anos após uma grave epidemia de cólera na cidade que atingiu cerca de 3% da população, foi inaugurado o primeiro sistema de abastecimento público de água potável para Óbuda, Buda e Peste, por meio da construção de 2 reservatórios de 11.000m³ no bairro de *Kőbánya* (Figura 40), em parceria com construtores italianos. Com a compreensão da correlação entre captação de águas contaminadas dos poços com as áreas densamente habitadas, foram selecionados poços bastante afastados da cidade para que não houvesse contaminação. Muitos dos pequenos córregos que atravessavam áreas centrais da cidade foram canalizados a fim de evitar inundações e propagação de doenças hidrotransmissíveis (Figura 41).



Figura 40: O interior do reservatório de Kőbánya, o qual é tombado como patrimônio histórico apesar de manter operação.

Fonte: <http://www.oroksegnapok.hu/> - acesso em 12/06/2018.



Figura 41: Córrego cujas águas se situariam na atual rua Krisztina körút no distrito de Tabán (Buda).
Fonte: www.varosban.blog.hu/, extraído do livro *Budapest az Ikerfőváros (1860-1890)* de Jalsovszky Katalin és Tomsics Emőke (editora Helikon, 2003).

Em 1892-1894, a cidade enfrentou uma grave epidemia de cólera, originada na Índia e que passou por todo o Oriente Médio até chegar à Europa. Na época, foram feitas campanhas estatísticas em Budapeste, correlacionando a qualidade da água com a contaminação bacteriológica do solo e a incidência de cólera sobre as populações. No resultado, visto a convergência de fatores e a maior salubridade e imunidade da população com acesso à água potável, reconheceu-se na escala governamental a importância de oferecer água potável para a toda a população, a fim de controlar a epidemia (AMBRUS In BUDAPEST TÖRTÉNETI MUZÉUM, 2007).

No século XIX a população da cidade cresceu de modo sem precedentes. A industrialização e o aumento da influência político-econômica de Budapeste no Império Austro-Húngaro, bem como a própria unificação da cidade, formaram um conglomerado urbano expressivo e populoso para a época, conforme a Tabela 17:

Tabela 17: Evolução da população de Budapeste

Ano	População		Ano	População
1780	16.000		1851	106.000
1799	29.000		1870	302.000
1810	35.000		1880	355.682
1820	47.000		1890	486.671
1830	62.000		1900	700.000

Entre 1900 e 1945, a Hungria passou por severas crises político-econômicas, tendo o país se aliado aos derrotados em ambas 1ª e 2ª Guerras Mundiais. Com a assinatura do

Tratado de Trianon no Pós Primeira Guerra em 1920, a Hungria perdeu 2/3 de seu território, o que provocou uma enorme diáspora de húngaros que estavam em territórios anexados por outros países. Budapeste teve aumento populacional nesse período devido à massiva migração desses húngaros, enquanto outros emigraram para outros países europeus ou ultramarinos, principalmente a países da América ou para a Austrália.

5.3.b. A Metrópole e a *Fővárosi Vízművek*

O território da Hungria é subdividido em 19 condados desde 1950, ano em que deu-se início à Era Comunista, sendo que hoje a cidade de Budapeste é considerada um território independente e o mais populoso do país, hoje com cerca de 1.729.000 habitantes (KSH, 2017). Com o constante crescimento da cidade e de outras em seu entorno, a partir dos anos 1950 que se concebeu a cidade como uma metrópole, sendo chamada de Grande Budapeste. Porém, somente a partir da década de 1980 é que foi observada a migração pendular de pequenas cidades à capital e vice-versa, tendo em vista as melhorias nos sistemas e meios de transporte (público ou privado). Em 2005 foi aprovada a Lei Nacional n. 64 (LXIV) sobre o planejamento territorial da Aglomeração de Budapeste, prevendo ações de gestão conjunta das atividades agrícolas, preservação de áreas de interesse ambiental e dos recursos hídricos, infraestrutura de transporte, desastres e defesa civil, dentre outros, com revisão do planejamento para cada 5 anos.

A aglomeração é formada por Budapeste e mais 80 municipalidades (governos locais), sendo essas demais pertencentes ao condado de Peste, com quantitativos de área, população de PIB muito variados. Os limites dos governos locais podem ser observada no mapa da Figura 42.

A *Fővárosi Vízművek* foi oficialmente fundada em 1949 como companhia, logo após a 2ª Guerra Mundial. Antes, o serviço era prestado pelo Escritório de Abastecimento de Água (1873) e pela Agência de Engenharia da Capital (1889). Entre os anos de 1997 e de 2012 a companhia foi privatizada, passando a sua gestão para um consórcio formado pelas empresas francesa Lyonnais des Eaux e a alemã RWE Aqua GmbH. Com a reestatização da companhia, aproximadamente 98% das ações passaram a pertencer à Prefeitura de Budapeste (FŐVÁROSI VÍZMŰVEK, 2015, p.12).

administrativa e de analistas, e 811 da área operacional. Houve um gasto de US\$ 168.935,00 com capacitação e treinamento destes, priorizando-se ações relacionadas ao conhecimento e atendimento à legislação e normas técnicas, bem como à integração de novos funcionários, reciclagem e conhecimentos julgados incondicionais conforme o cargo. Além da Diretoria Geral, a companhia conta com outras 6 diretorias: Financeiro; Negócios Internacionais; Investimentos de Engenharia; Operação; Serviços de Suporte; Atendimento ao Cliente. O organograma da FV, bem como a locação da equipe responsáveis pelo SIG corporativo podem ser observados no anexo 3 desta tese.

Entre os anos de 1990 e de 2011, Budapeste e o condado de Peste ampliaram e melhoraram os serviços de água e esgoto em decorrência do aumento da área urbana e da população, por meio da ampliação das redes de tubulações e aplicação de tecnologias e pela implantação de processos mais eficientes de tratamento de esgoto, incorporando o tratamento terciário a praticamente todo o esgoto coletado nos dois territórios. Os avanços podem ser observados na Tabela 18.

Tabela 18: Índices sobre prestação de serviços de água e esgoto

Parâmetro	Budapeste		Condado de Peste	
	1990	2011	1990	2011
Percentual de domicílios com acesso à rede pública de água tratada	98,3	99,53	70,1	94,93
Proporção de metros de rede de esgoto por 1.000 metros de rede de água	800,7	1103,65	114,4	721,85
Percentual de domicílios com acesso à rede pública de esgotamento sanitário	86,5	96,59	14,5	68,99
Volume anual de esgoto coletado (em hm ³)*	447,6	153,36	28,4	41,59
Volume de esgoto que passou por tratamento terciário (em hm ³)	45,3	144,27	20,9	40,77

* - a diminuição do esgoto coletado se deve à diminuição no consumo de água, destacado no gráfico 2 desta tese.

Fonte: KSH, 2011

Conforme a Tabela 19, os serviços de água e esgoto por domicílio são realizados majoritariamente pelo serviço público nos dois territórios. No Condado de Peste, a opção pelos sistemas isolados de esgoto se deu em conta da concentração difusa de domicílios e das manchas urbanas. Mesmo assim, os pequenos municípios ainda possuem dificuldades em implantar redes de esgoto em suas áreas mais isoladas, ficando a cargo dos proprietários dos imóveis a implantação de sistemas isolados individuais.

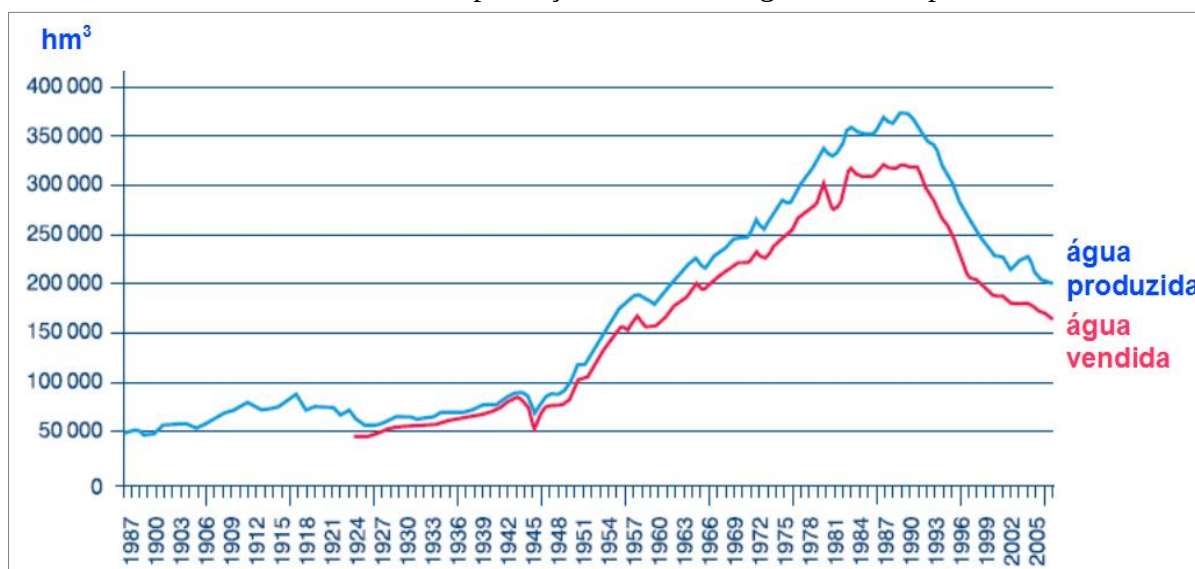
Tabela 19: Tipo de serviço de água e esgoto por domicílio

Território	Ano	Público	Isolado	Público	Isolado	Total
		Abastecimento de Água		Esgotamento Sanitário		
Budapeste	1990	742.787	2.076	654.371	92.248	754.340
	2001	732.683	667	671.738	62.813	736.788
	2011	785.764	1.162	754.982	31.944	787.334
Percentuais (2011)		99,80%	0,20%	95,90%	4,10%	-
Condado de Peste	1990	211.160	53.042	59.763	207.189	318.751
	2001	312.230	21.198	154.652	181.145	361.447
	2011	406.165	19.261	310.782	114.644	431.329
Percentuais (2011)		95,47%	4,53%	73,05%	26,95%	-

Fonte: KSH, 2011

Apesar do aumento da população na Aglomeração como um todo, o consumo de água começou a cair a partir da década de 1990, com o fim da Era Comunista. Um dos motivos foi uma repentina desindustrialização ocorrida no território, sendo que as indústrias se direcionaram a outras cidades da Aglomeração (condado de Peste) e para o interior do país, além da queda de aproximadamente 15% da população residente em Budapeste entre 1990 (2,051 milhões) e 2011 (1,729 milhões)⁶⁹, enquanto que na Aglomeração a população aumentou. Entretanto, é defendido pela FV que o principal fator ao caso foi o restabelecimento da tarifação dos serviços de água e esgoto, os quais eram subsidiados pelo estado em até 75% à população na Era Comunista (1947-1989). Entre 1950 e 1990 a população crescia na ordem de 1 a 1,5%/ano, enquanto o consumo aumentava de 3% a 5% ao ano (FÖVÁROSI VÍZMŰVEK, 2008 p.44), observando-se a falta de incentivos no controle de perdas e redução de desperdícios no período. No ano de 2005, o consumo de água voltou a ser o mesmo de 1960, conforme se observa no Gráfico 2.

⁶⁹ Fonte: KSH, 2018.

Gráfico 2: Histórico de produção e venda de água em Budapeste

Fonte: *Fővárosi Vízművek*, 2008

A FV subdivide seus serviços prestados em quatro tipos: Produção de Água; Distribuição de Água; Coleta de Efluentes, e; Tratamento de Efluentes. Apesar disso, nem sempre a mesma executa os quatro serviços num mesmo território (Tabela 20), tendo de dividir etapas do serviço junto a outros órgãos e companhias locais. No caso dos serviços de coleta de esgoto em Budapeste, bem como a implantação e manutenção das redes são feitos por outra companhia chamada Fővárosi Csatornázási Művek. Esta também realiza o tratamento em outras duas ETEs da cidade, cabendo à FV exclusivamente o tratamento na ETE Central de Budapeste.

Os principais mananciais usados para o abastecimento público de água consistem em um conjunto de poços que começaram a ser implantados desde 1869 e, hoje, há 750 deles interligados e subdivididos em 26 subgrupos. No século XIX, eles estavam localizados inicialmente na ilha Margit. Com o crescimento da cidade, os poços passaram a serem instalados principalmente nas ilhas fluviais do Danúbio de Csepel e de Szentendre, respectivamente a sul e norte de Budapeste. Desta segunda provêm cerca de 60% de toda água captada, equivalente a 4,8 m^3/s . Em média, 540 desses poços estão em constante captação, enquanto os outros são mantidos em reserva (FŐVÁROSI VÍZMŰVEK, 2012).

Tabela 20: Atendimento da Fővárosi Vízművek por município e por tipo de serviço.

Território	Produção de Água	Distribuição de Água	Coleta de Efluentes	Tratamento de Efluentes	População (2011)
Budapeste					1.729.000
Condado de Peste					
Biatorbágy					12.484
Budakeszi					13.502
Budaörs					26.757
Halásztelek					9.200
Kisoroszi					950
Pócsmegyer					2051
Százatalombatta					17.952
Szigethalom					16.886
Szigetmonostor					2300
Szigetszentmiklós					34.708
Tököl					10.851
Total população atendida	1.807.012	1.876.641	103.998	1.818.497	1.876.641

Legenda:  - atendido
 - não atendido pela FV
pela FV

Fonte: FV (serviços) e KSH (população), 2018

Os poços possuem profundidade aproximada de 10m, altura na qual o lençol freático próximo ao rio Danúbio já é acessível. Pelo fato de estarem segregados das águas fluviais por meio de camadas de solo, grande parte de eventuais poluentes acabam sendo filtrados. Atualmente, o único processo de tratamento de água potável contido no sistema de abastecimento é a cloração, sem necessidade de Estação de Tratamento específica. Outras vantagens relacionadas à escolha dessa captação foi a da proximidade da área de consumo e o baixo custo de eletricidade para o bombeamento dos 10 m dos poços e para a adução.

O sistema de abastecimento público conta com 65 reservatórios distribuídos pela área urbana. Kőbánya, o primeiro deles instalado em 1872, ainda está em operação. O Budafoki foi concluído em 2007. Até 1949 a cidade contava com 24 reservatórios e, com o aumento do consumo na Era Comunista, foram implantados 34 novos reservatórios entre 1949 e 1989. Desde 1990 somente 3 novos reservatórios foram implantados. 59 deles são reservatórios superficiais ou subterrâneos, enquanto 6 são elevados (em formato de torre).

Existem 3 estações de tratamento de esgoto (ETEs) que atendem à cidade. Enquanto que as ETEs Észak-Pesti (2.000.000 m³/dia) e a Dél-Pesti (53.000 m³/dia) são operadas pela *Fővárosi Csatornázási Művek*, à FV cabe operar somente a ETE Central de Budapeste (BKSZTT, 250.000 m³/dia em média). Com a entrada da Hungria na União Europeia (UE) em 2004 e com o projeto Danúbio Vivo, criado de uma parceria da UE com demais países não-membros componentes da bacia do Danúbio, houve melhorias nos sistemas de água e esgoto de Budapeste, dentre elas a instalação da ETE Central. Para a execução deste projeto, houve financiamento dos 249 milhões de euros, sendo 65% da UE, 20% do Governo da Hungria e 15% pela Prefeitura de Budapeste. As operações da ETE tiveram início em 25/11/2011⁷⁰.

A ETE central de Budapeste conta com gradeamento e filtro de areia e gordura formando um decantador lamelar SEDIPAC 3D. O tratamento biológico ocorre por meio de sistema de lodo ativado com sedimentador e tanques de desinfecção, seguida de adensador gravitacional para o lodo bruto e filtro de correia para desidratação do lodo, finalizando-se pela sua putrefação. Complementarmente ao tratamento biológico, pelo fato por ser inteiramente coberto e em ambiente fechado, o biogás é reaproveitado para produção de energia elétrica (complementarmente a uma hidrelétrica “anã” no lançamento do efluente) e todo o lodo é centrifugado para em seguida ser usado na agricultura. Para o controle da emissão de odores, há três torres sendo uma constantemente alimentada por ácido sulfúrico (H₂SO₄) para controle da emissão de amônia (NH₃) e aminas, enquanto as outras duas filtram os óxidos e os gases alcalinos.

5.3.c. Perspectivas e Desafios Urbanos de Budapeste

O Pós-Comunismo e o ingresso da Hungria na UE em 2004 trouxeram para Budapeste a possibilidade da cidade se reerguer como polo de referência econômica, cultural e turística na Europa e no Mundo. A começar em 1986, quando foi inaugurado o autódromo Hungaroring, o único a sediar eventos da Fórmula 1 no antigo Bloco Comunista, bem como o importante papel da cidade e seu caráter cosmopolita no último século do Império Austro-Húngaro são algumas das evidências sobre sua aptidão e interesse em ser uma referência internacional. Hoje, a cidade sedia congressos acadêmicos, festivais de arte, eventos esportivos, tecnopolos de startups e incubadoras, além de representações de multinacionais para toda a UE. Ainda, a capital húngara conta com 73 embaixadas.

⁷⁰ www.vizmuvek.hu – Acesso em 10/10/2018.

Nas palavras de KOVÁCS (1994), alguns dos grandes impactos nos primeiros anos do Pós-Comunismo (1989-1994) foram decorrentes das privatizações e da mercantilização da economia, fatores que reconfiguraram radical e rapidamente o mercado imobiliário da cidade. Essa tendência levou a um progressivo interesse estrangeiro em investir nesta e em outras cidades do antigo bloco comunista como Praga, Varsóvia e Berlin (Oriental). No território húngaro houve investimento de US\$ 3,5 bilhões entre 1989 e 1992, sendo 60% desse capital direcionado exclusivamente a Budapeste. A cidade passou a ser a principal sede de multinacionais e empreendedores estrangeiros que se instalavam no país. Outro fator foi a mudança da economia e trabalho na cidade, sendo que enquanto em 1975 cerca de 500.000 pessoas trabalhavam em indústrias, esse número caiu para 240.000 em 1990. No plano urbanístico, por consequência, foram demolidos e restaurados prédios nas áreas centrais da cidade, dando lugar a novos prédios, escritórios, hotéis e restaurantes luxuosos de modo à cidade se adequar competitivamente a novos critérios de exigência do novo público que vinha a ocupar a cidade. O fato levou a uma nova morfologia da migração interna urbana, enquanto a população antes ocupante desses espaços foi migrando para áreas residenciais situadas na periferia.

KOVÁCS & HEGEDÜS (2014) apontam que um dos elementos urbanos que marcam esse período é a questão dos condomínios fechados, conhecidos por *Lakópark*, que se difundiram por toda a Aglomeração de Budapeste a partir dos anos 1990. Eles se caracterizam basicamente pelo controle de entrada e saída de moradores e visitantes e demarcação de limites por cercas ou muros. Desses, 8 são condomínios residenciais do estilo americano, com vigilantes, cancelas e casas ajardinadas. No estudo realizado no condomínio *Magdolna-Völgy* no município de Piliscsaba, verificou-se que a falta de apoio do governo local ao empreendimento levou a um referendunum no qual a população do condomínio votou pela independência administrativa de Piliscsaba. O fato, que jamais ocorrera na Hungria e levou à intervenção do governo nacional de revogar o referendunum e estabelecer um acordo entre os moradores da cidade e os do condomínio. Segundo os autores, situações conflitantes como essa tendem a ocorrer com maior frequência na Hungria e em outros países pós-socialistas que vêm liberalizando a economia, visto empreendimentos de condomínios fechados entrarem na contramão da lógica urbana socialista ainda presente em áreas periurbanas e rurais. Além do mais, a tendência política tem levado as decisões urbanas a se direcionarem crescentemente aos governos locais.

Na pesquisa de GÖNDÖCS et al. (2017), foram aplicados três modelos de *surface*

urban heat island intensities (SUHI) para Budapeste, de modo a determinar qual deles seria o mais apropriado para a cidade, com base nas imagens de uso e ocupação do solo das bases do MODIS, USGS e do *OpenStreetMap* (OSM). Por fim, viu-se que o modelo *Weather and Research Forecasting* (WRF) junto às imagens do OSM foi o mais adequado por apresentar menos desvios em comparação à média, sendo que em tal resultado notou-se diferenças entre a área urbana e periurbana. As variáveis climáticas nessas áreas também foram díspares durante o dia, como no caso da irradiância de 0 a 80 W/m² no centro e de 160 a 240 W/m² na periferia, e da temperatura, diferenças que chegavam a 3°C mais quente no centro que na periferia.

Os aspectos climáticos podem agravar algumas doenças e respectivos sintomas, como no caso da asma e da pressão alta. Ambas as doenças tiveram crescimento no país entre 2003 e 2017, sendo que na população abaixo de 19 anos a asma passou de 2,4 para 6,2%, enquanto a pressão alta aos acima de 19 anos passou de 23% para 38%. No que tange aos recursos hídricos, a instabilidade climática em escala maior vem provocando períodos mais frequentes de cheias, ou pelo repentino degelo após invernos de frequentes nevascas, como em 2017⁷¹. No mesmo ano, estava sendo analisado na Prefeitura um projeto para garantir controle de enchentes em toda a cidade⁷², visto que as bacias de retenção de águas pluviais atuais atendem parcialmente a cidade.

Apesar dos desafios presentes na cidade e na Hungria, seus índices socioambientais e econômicos estão bastante acima da média global e garantem qualidade de vida à maior parte de seus habitantes. Para os jovens entre 15 e 24 anos em 2017, a taxa de desemprego era de somente 3,5% (Budapeste) e 1,9% (Província de Peste), sendo essas bastante semelhantes para idades de 65 e 74 anos, o que indica haver emprego disponível para toda a População Economicamente Ativa (KSH, 2018). Entre 2001 e 2012, a taxa de mortalidade infantil diminuiu de 7,6 para 4,3 por 1.000 nascidos no primeiro ano de vida e a expectativa de vida é de 76 anos. No mesmo período, quanto aos cuidados com meio ambiente e mudanças climáticas, o país reduziu as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEEs) em 23%, as áreas florestais cresceram cerca de 8%, o aumento de áreas de preservação ambiental foi de 30% e a redução do uso de energias não-renováveis aumentou em 5% (KSH, 2018).

Entre 2012 e 2016, apesar da Hungria ter recebido 33 bilhões de euros da UE para

⁷¹ <https://24.hu/belfold/2018/01/08/fenyegeto-a-helyzet-a-duna-vizgyujtojen/> - consultado em 09/07/2017.

⁷² <http://www.atv.hu/belfold/20180606-a-kormany-nagyon-szeretne-ha-maradna-megkerdeztek-tarlost>, consultado em 10/07/2018.

investimentos em múltiplos setores, inclusive em saneamento básico, há ceticismo por parte da população e do partido FIDESZ (governo nacional) sobre os reais benefícios dessa aliança, tendo em vista as restritivas medidas de austeridade econômica e imposição de normativas eventualmente contrárias às opiniões do governo e/ou da população. As incertezas político-econômicas vividas na União Europeia refletem e são refletidas em Budapeste, que enquanto antes sofria do autoritarismo soviético, atualmente se vê vulnerável perante as decisões de multinacionais, dos países centrais da UE e ao capitalismo global como um todo. Neste contexto, onde se mistura uma busca por oportunidades no mercado global com as radicais transformações culturais e conflitos de valores entre gerações no país, a cidade e a Hungria vêm construindo a sua identidade no mundo contemporâneo.

6. Resultados e Discussão

A seguir, serão apresentados os resultados referentes aos 56 requisitos e aos 13 atributos levantados na aplicação dos roteiros semiestruturados nas 3 companhias de água e esgoto. A respeito dos entrevistados que participaram da pesquisa, estes foram indicados conforme códigos, e indicados na Tabela 21. Ao longo da análise dos resultados, as informações contidas sobre cada requisito remetem aos respectivos códigos para identificar a origem das informações obtidas durante as entrevistas:

Tabela 21: Funcionários entrevistados

Fortaleza – Brasil (dez/2016)		Nairóbi – Quênia (jun/2017)		Budapeste – Hungria (nov/2017)	
CAGECE		Nairobi City Water Sewerage Company - NCWSC		Fővárosi Vízművek	
Código	Setor do(a) Funcionário(a)	Código	Setor do(a) Funcionário(a)	Código	Setor do(a) Funcionário(a)
F1	Operação de ETA	N1	PDI	B1	Cadastro Técnico
F2	Operação de ETE	N2	Operação & Manutenção	B2	Cadastro Técnico
F3	Operação & Manutenção	N3	Recursos Humanos	B3	Operação de ETE
F4	Operação & Manutenção	N4	Informática	B4	Qualidade da Água e Meio Ambiente
F5	Cadastro Técnico	N5	Engenharia	B5	Qualidade da Água e Meio Ambiente
F6	Operação – SCADA Abastecimento	N6	Comunicação	B6	Perdas Hídricas
F7	Operação de ETE	N7	SIG	B7	Recursos Humanos
F8	Operação – SCADA Esgotamento	N8	Atendimento ao Cliente	B8	SIG / Informática
F9	SIG	N9	Tarifação	B9	Atendimento ao Cliente
F10	SIG	N10	Áreas Irregulares	B10	Atendimento ao Cliente
F11	Responsabilidade Social	N11	Perdas Hídricas	B11	Operação – SCADA abastecimento
F12	Responsabilidade Social	N12	Transportes	B12	Modelagem Hidráulica
F13	Informática	N13	SIG	B13	Modelagem Hidráulica
F14	Informática	N14	Engenharia	B14	Engenharia
F15	PDI	N15	SIG		
F16	PDI	N16	Operação de ETE		
F17	Gestão Ambiental				

Após análise e discussão de cada requisito e cada atributo, é feita uma comparação global dos resultados a fim de reconhecer padrões e tendências relacionados a aspectos internos às companhias, como a gestão, equipamentos e equipes técnicas, e externos como políticas públicas e condições urbanas, socioeconômicas e geográficas. As informações prestadas como respostas referentes a cada requisito foram agrupadas, contemplando um ou mais funcionários das companhias.

O percentual alcançado para cada atributo dividido em 5 classificações, sendo elas: Excelente, Bom, Regular, Insatisfatório e Ruim. Para que houvesse destaque desta primeira categoria, ela foi isolada numa faixa de até 10% do percentual máximo para os atributos, ou com a nota máxima 3.0 para requisitos. No caso das três classificações intermediárias, foram considerados intervalos de 20% para classificação. Conforme esta regra, considerou-se que o intervalo referente à faixa de 10% a 29% (para atributos) ou uma nota de 0,5 (para requisitos) poderiam ser englobadas em um púnico intervalo unido ao percentual de 0% a 9% e à nota 0,0 respectivamente, para destacar que esforços relacionados não estão provocando impacto nas companhias e para despertar a abordagem e priorização desses nas ações de uso e gestão de informações geográficas.

As classificações podem ser observadas na Tabela 22, para os atributos e os requisitos.

Tabela 22: Classificação dos resultados finais de cada atributo

Percentual (para atributo)	Nota (para requisito)	Classificação	Significado
100 – 90%	3,0	Excelente	A companhia atende ao atributo ou requisito e, caso haja pendências, elas tendem a ser mínimas ou mesmo insignificantes no âmbito corporativo.
89 – 70%	2,5 – 2,0	Bom	A companhia atende satisfatoriamente ao atributo ou requisito, a ponto de não serem criados empecilhos em suas atividades. Entretanto, há pequenas pendências a serem corrigidas para uma ou algumas equipes.
69 – 50%	1,5	Regular	Os esforços da companhia já possuem expressão em âmbito corporativo, porém de forma ainda desalinhada ou pouco ambiciosa frente às possibilidades tecnológicas ou de gestão.
49 – 30%	1,0	Insatisfatório	A companhia apresenta esforços em algumas iniciativas isoladas, cuja melhora demandaria maior integração das equipes.
29 – 0%	0,0 -0,5	Ruim	Os esforços feitos pela companhia não atendem a requisitos básicos, o que demanda séria atenção por parte da Diretoria no que tange o desenvolvimento da gestão de informações geográficas relacionadas ao atributo ou ao requisito.

6.1.a Partilha do Conhecimento

Entende-se como Partilha do Conhecimento toda ação e processo que envolve o repasse de conhecimento de um ator para outro(s) interessado(s) dentro do ambiente corporativo, independentemente dos atores serem diretamente vinculados à corporação ou serem externos. Além da partilha formal, a qual pode ocorrer por meio de cursos e workshops, a partilha informal apontada por SAJEVA (2014) pode ser também influenciada pela própria cultura corporativa. Para KATHIRALEVU et al. (2015), este é um requisito complexo que toca diretamente fatores da Cultura Organizacional como: Confiança, Liderança, Comunicação, Recompensas, Sistemas de Informação e Estrutura Organizacional.

Também foram integrados ao requisito os funcionários mais idosos e antigos da companhia por três motivos. Em primeiro, o conhecimento particular e histórico que possuem em relação à companhia (pessoas, clientes, estruturas, técnicas, equipamentos, etc.), em segundo, a perda desse capital humano e conhecimento do indivíduo no momento da aposentadoria e, em terceiro, o esforço corporativo em incluir esses funcionários em ações de partilha do conhecimento. ANTUNES et al. comentam que *é relevante que sejam criadas estruturas de ação orientadas à aprendizagem, de modo que, quando do desligamento, os trabalhadores atuantes na organização possam acessar e aprender com os conhecimentos e as experiências daqueles que estão se desvinculando do trabalho* (2015, p.46). Em contraponto, TAYLOR et al. (2010) apontam algumas dificuldades por parte das corporações na retenção da mão de obra de idosos, visto eventualmente o alto custo envolvido em capacitação desses e resistência a mudanças.

Entende-se este como um requisito indireto ao escopo da pesquisa, pelo fato de colaborar no entendimento da promoção e partilha de conhecimento como informações geográficas e treinamentos correlatos, porém não exclusivamente a estes. As respostas obtidas estão expostas na Tabela 23.

A partilha informal de conhecimento entre as gerações aparentou ser corrente e ausente de conflitos, com diversos casos positivos além dos destacados na Tabela anterior, em que os mais experientes repassam o conhecimento aos mais jovens. Observa-se que o oferecimento de cursos, frequentemente ministrados por funcionários, se mostrou uma prática comum entre as três. Apesar das companhias não terem apontado o fato dos funcionários mais idosos terem sido contemplados em ações específicas, no que tange principalmente ao repasse obrigatório de informações, os canais formais disponíveis de repasse como os cursos internos e o aprendizado informal atenderam às expectativas do requisito, levando as três companhias

à nota máxima.

Tabela 23: Resultado do requisito 1a – Partilha do Conhecimento

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Funcionários jovens alegaram contar com a ajuda dos funcionários mais idosos e experientes sempre que necessário (F5, F15, F9, F10). O projeto do SIG Corporativo (IGEO) vem se desenvolvendo com ajuda dos mais velhos, que têm boa experiência em ler e interpretar as plantas CAD e eles repassam esse conhecimento, explicando os motivos dos desenhos terem sido feitos da forma como são (F9, F10) Apesar da política interna da companhia promover a partilha entre funcionários, o “ensinar e aprender” acaba dependendo de cada caso, pois não há controle/fiscalização específica para isso (F15). Na maioria das vezes, os próprios funcionários ministram cursos dentro da empresa. Inclusive, há cursos online disponíveis para eles (F15).	Existem profissionais de diferentes gerações na empresa e há diálogo e troca constante entre eles (N3). São oferecidos constantemente cursos para que compreendam os processos dos quais fazem parte e suporte tecnológico, ministrados por internos e externos. Dessa forma, os conflitos são evitados, para que todos saibam o quê e como fazer, pois a gestão é dada em processos e não por hierarquia (N3). Os conflitos não são significativos e tudo é feito para que os processos não dependam de uma só pessoa (N3).	Um dos funcionários entrevistados relatou que em 2008 ele teve de ensinar CAD a funcionários de maior idade em 2008, quando os processos se tornaram digitais. Apesar da resistência desses, foi possível no fim ensiná-los (B2). A companhia disponibiliza todo ano cerca de US\$ 20.000,00/ano no total, a ser distribuído entre os funcionários para realização de cursos externos. Cursos são oferecidos gratuitamente por algumas empresas fornecedoras de licenças de softwares, como a Bentley (B7). Há 14 cursos oferecidos internamente e ministrados por funcionários, sem bônus no salário (p. ex. Pacote Office, Segurança do Trabalho, Legislação), inclusive cursos on-line (B8). Apesar de raros, os conflitos entre gerações acabam sendo resolvidos frequentemente em âmbito gerencial. Excepcionalmente, pode ocorrer transferência de funcionário para outro departamento (B7).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.1.b. Plantas e Acervo Técnico

O Acervo Técnico (ou Arquivo, ou Cadastro) se define pela coleção de desenhos técnicos e documentos complementares que retratam estruturas da companhia, tais como as instalações técnicas (estações de tratamento, bombeamento, etc.) e administrativas (escritórios), tubulações, identificação de equipamentos, dentre outros. A partir dos anos 1990 os acervos foram gradativamente sendo repassados para o meio digital, por meio de ações como o escaneamento (imagem matricial) ou de formas mais sofisticadas com representação vetorial (CAD). Sem esses documentos, as trocas de instrumentos e ações de instalação, manutenção e reformas de estruturas se tornam mais complexas, devido à ausência de dados para concepção de projetos e planejamento das intervenções.

Tendo em vista o desafio das instituições em organizar e manter seus acervos em

longo prazo, o tema foi objeto de concepção de método específico para sua gestão, sendo o *Open Archival Information System* (OAIS) reconhecido em escala internacional, o qual foi desenvolvido pelo *Consultative Committee for Space Data System*, ligado à NASA e aprovado como ISO (1471). Basicamente, o OAIS divide as tarefas do arquivo em três partes interessadas (Produtores, Administração e Consumidores), lista definições de seus termos técnicos e organização de pacotes de documentos e formas de descrever seus conteúdos.

Entende-se este como um requisito diretamente ligado a informações geográficas (peso 5), visto tais desenhos técnicos serem georreferenciáveis e transferíveis para plataformas digitais e SIGs. As respostas obtidas estão expostas na Tabela 24.

Tabela 24: Resultado do requisito 1b – Plantas e Acervo Técnico

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Existem plantas de todas as estruturas e terrenos, porém de forma descentralizada entre as sedes das UNs e nas unidades operacionais. Além dessas, há um acervo unificado na Gerência de Faturamento (GEFAR). Ultimamente, para que documento seja modificado nesse acervo ele deve ser encaminhado para revisão da GEFAR (F5, F10). Frequentemente para as Ordens de Serviço (OSs), são anexadas as plantas das intervenções (F9, F15).	Há um arquivo em papel na sede da companhia, mas, a depender do caso, a planta das estruturas e terrenos se localizam sobre a própria unidade operacional (ex: estações de tratamento, barragens e escritórios) (N5). Para as estruturas mais recentes, confirmaram haver as plantas, mas para as mais antigas não, por exemplo a Barragem de Ruiru (N5, N14).	As plantas originais foram preservadas e estão presentes na mapoteca na sede da companhia, com as redes da cidade inteira, as quais compõem uma grade retangular e subdividida em retângulos. Existem livros com dados muito antigos (a partir de 1920) nos quais seria possível ver a construção de cada etapa (sub-tubo) que foi implantada nas ruas (B1, B2). Nas plantas das estruturas, constam todos os equipamentos, painéis de controle e tudo o que for necessário, inclusive essas estão representadas no sistema SCADA (B1, B2). Os terrenos pertencentes à companhia estão todos disponíveis em formato CAD, enquanto outros departamentos podem acessar somente informações alfanuméricas sobre eles (B2).
Nota	3,0	2,5	3,0

As três companhias têm seus acervos de forma semidescentralizada entre as diferentes unidades administrativas e operacionais, porém com concentração maior de documentos em um local específico. A garantia de que as próprias unidades possuem desenhos técnicos sobre elas mesmas (em papel ou digital), qualificam-nas a obter notas elevadas no atendimento ao requisito. No caso de Nairóbi, devido à ausência de plantas para somente algumas unidades operacionais mais antigas, foi diminuído 0,5 pontos, visto a relevância dessas para as operações da companhia.

6.1.c. Localização das Estruturas

Apesar de, no caso das instalações maiores, a informação locacional ser em geral simples e acessível, de fácil conhecimento aos funcionários, informações a respeito das vias e endereços para os quais são prestados serviços de água e esgoto podem constituir um problema, caso não haja nas companhias o Acervo Técnico, ou se no cadastro não constam informações locacionais de boa qualidade (por exemplo: em papéis desgastados, textos ilegíveis ou incorretos).

O conhecimento da localização independe do desenho técnico, visto que ela pode ser de conhecimento da própria memória e inteligência espacial do indivíduo. Para DZIEKONSKI (2003), entende-se por Inteligência Espacial *um conjunto de habilidades correlacionadas, que supõem a capacidade de perceber com exatidão o mundo visual, realizar transformações e modificações às percepções iniciais próprias e recriar aspectos de experiência visual própria, inclusive quando estão ausentes estímulos físicos apropriados (...) ela pode se expressar em artes, ofícios, jogos e esportes* (p.3). Entretanto, quando o conhecimento da localização não é registrado e acessível aos demais, a informação se mantém confinada na memória de poucos ou mesmo de um único funcionário, principalmente quando os trabalhos são realizados por anos sobre uma mesma área operacional e sem haver uma rotina de atualização e de controle da precisão dos desenhos técnicos.

Entende-se este como um requisito diretamente ligado a informações geográficas, visto que somente com o conhecimento da localização das estruturas é possível mapeá-las sobre papel ou digitalmente. As respostas obtidas estão expostas Tabela 25.

Tabela 25: Resultado do requisito 1c – Localização das Estruturas

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	As plantas das estruturas costumam conter informações como endereços e grade de coordenadas geográficas para a localização. As demais plantas, sem georreferenciamento, possuem apenas pontos de referência para auxiliar na locação dos objetos representados (F4, F5).	As coordenadas geográficas de todas as estruturas estão disponíveis em SIG (N7); Os funcionários mais experientes sabem de cabeça a localização de algumas estruturas e, como o trabalho é feito em equipe, os mais jovens também acabam aprendendo com eles (N5, N7). Para as unidades operacionais fora do condado de Nairóbi (ex: barragens) não há o cadastro do terreno ocupado pelas estruturas (N5, N16).	Todas as plantas já estão registradas com coordenadas geográficas (B1, B2); Anteriormente ao meio digital, houve uma época em que os desenhos eram feitos sobre mapas de base em papel, feitos pela empresa Kartografia e os técnicos desenhavam as redes em cima da base. Quando necessário, conseguiam apagar os desenhos antigos das redes e atualizar para os novos, colocando-se nome do desenhista (editor) e data sobre quaisquer alterações (B2).
Nota	3,0	2,5	3,0

Conclui-se que a totalidade das plantas dos acervos técnicos (ou no próprio SIG) possuem grade georreferenciada para reconhecimento das coordenadas. No caso de Nairóbi, foi informado complementarmente que o cadastro dos terrenos da companhia não é rigoroso em detalhes devido ao conceito das estruturas se localizarem sobre terras públicas, sem haver necessariamente uma entidade específica proprietária do terreno. Apesar das exceções das unidades operacionais fora do Condado de Nairóbi, vê-se a necessidade da demarcação de polígonos a fim de impedir eventuais invasões ou uso inapropriado de tais terrenos, porém reconhece-se não haver necessidade jurídica deste instrumento em tais ocasiões no caso do Quênia.

6.1.d. Gestão da Qualidade (Processos e Projetos)

De acordo com LOBO (2010), o termo “qualidade” se define pelo conjunto das características de um produto ou serviço que lhe conferem aptidão para satisfazer necessidades explícitas ou implícitas. A Gestão da Qualidade é um processo administrativo que contempla procedimentos e ações que determinam a política, responsabilidades, planejamento, controle e garantia da melhoria contínua da qualidade e deve ser concebida para essencialmente satisfazer as necessidades internas de gestão da organização. De acordo com o autor, os principais conceitos ligados à qualidade são:

Entidade: Produto, Serviço, ou atividade corporativa.

Inspeção: Medir, examinar, verificar e ensaiar as entidades.

Controle: Conjunto de técnicas visando ao atendimento de requisitos.

Processo: Conjunto de recursos inter-relacionados que levam elementos de entrada e saída.

Conformidades: Definição de atendimento a requisitos.

Ainda, conforme a Norma ABNT NBR ISO 9001/2015, um dos requisitos necessários a um SGQ é o controle de documentos e de registros dos serviços e atividades realizadas. É definido pela norma que:

“A organização deve estabelecer um procedimento documentado para definir os controles necessários para a identificação, armazenamento, proteção, recuperação, retenção e disposição de registros (...) os quais devem permanecer legíveis, prontamente identificáveis e recuperáveis.”

Este é um requisito indireto ao escopo da pesquisa (peso 2), pelo fato de colaborar com a gestão de processos e projetos em geral da companhia, principalmente no que tange o registro de informações e acessibilidade por parte dos funcionários. Nisso, incluem-se

informações geográficas como localização e horário das atividades realizadas, manutenções em estruturas e controle dos endereços no atendimento ao cliente, dentre outros. As respostas obtidas estão expostas na Tabela 26.

Nas três companhias há o compromisso de se gerenciar as tarefas e serviços por meio de processos, e todas elas contam com órgãos de acreditação/certificação externos em suas políticas de qualidade, bem como há funcionários próprios responsáveis por este processo. Apesar das diferenças observadas, entre as acreditações por meio de unidades operacionais específicas e, em Nairóbi, para a companhia como um todo, as informações retratam a busca por melhoria contínua no que tange a gestão de qualidade, equalizando a três sobre a nota máxima.

Tabela 26: Resultado do requisito 1d – Gestão da Qualidade (Projetos e Processos)

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	O atendimento ao cliente é feito por meio de processos (F15); O sistema PRAX – em Oracle, criado em 2012, atende a toda a parte comercial da companhia, inclusive cidades do interior, e é todo baseado em processos (F10, F14); Há um Sistema de Gestão da Qualidade desde 2005 na CAGECE (F15); As atividades da Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento (GEPED) são gerenciadas por processos (F15); Na UN Metropolitana Leste, os processos são feitos em códigos. Lá tudo é medido por meta e em diálogo com a sede (F3, F4); É oferecido curso de Gestão da Qualidade na Companhia (F15); As unidades operacionais podem obter ISO 9001 isoladamente, como é o caso de diversas ETAs e ETES (F15).	A empresa tem ISO 9001 e todos os processos são registrados na companhia. Ainda, há equipe interna de auditoria e pretende-se aprimorar ainda mais a gestão de processos (N3).	Para a edição de dados espaciais, tem um fluxo que foi formalizado sobre como fazer (B2, B8). Existem vários departamentos acreditados na empresa, como os laboratórios e algumas áreas técnicas também (B4, B7). Há um grupo de gestão da qualidade dentro da própria empresa, que oferece treinamentos para as auditorias (B7, B9). Existem muitos cursos de acreditação (ou reciclagem) aos funcionários, para poderem crescer na empresa ou simplesmente poderem realizar suas atividades conforme os critérios de qualidade (B7). A empresa já ganhou muitos prêmios, inclusive em Gestão da Qualidade (B7). O departamento de atendimento ao cliente tem ISO 9001 (B9, B10).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.1.2. Resultados: Disponibilidade de Informação

O resultado do atributo Disponibilidade de Informação, composto pelos 4 requisitos analisados neste subcapítulo e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 27.

Tabela 27: Resultados para o atributo 1 - Disponibilidade de Informação

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
1a	Partilha do Conhecimento	2	3,0	3,0	3,0
1b	Plantas e Acervo Técnico	5	3,0	2,5	3,0
1c	Localização das Estruturas	5	3,0	2,5	3,0
1d	Gestão da Qualidade	2	3,0	3,0	3,0
Fator multiplicador			2,38%		
Resultado (%)			100,0	88,1	100,0

Os resultados foram iguais em Budapeste e Fortaleza, mostrando que ambas são capazes de prover a seus funcionários e demais partes interessadas informações a respeito das operações e atividades da companhia de maneira geral e, inclusive, especificamente informações georreferenciáveis de suas estruturas. As ações de certificação e acreditação mostraram-se presente e de relevância nas três, bem como a disponibilidade de cursos internos para reciclagem e promoção do conhecimento entre os funcionários, inclusive convidando-os a ministrarem cursos para seus colegas. Deste modo, formal ou informalmente, os funcionários estão munidos de informações a respeito das atividades próprias e de seus colegas no dia a dia, bem como há oportunidade de aprendizado constante dentro do ambiente corporativo.

Nairóbi também atingiu nota elevada, porém nos dois requisitos diretamente ligados à pesquisa vê-se a necessidade de reelaborar as plantas e os perímetros de atuação de algumas unidades operacionais pendentes, principalmente das barragens de abastecimento, situadas fora do Condado de Nairóbi.

Nota-se que, pra este atributo, as diferenças regionais e socioeconômicas são pouco relevantes aos resultados, comprovando a frequente implementação de boas práticas no registro e na disponibilidade de informações.

6.2.a. Investimentos em Digitalização

A partir do fim da década de 1980, as empresas passaram, gradativamente, suas informações para o meio digital, iniciando-se nas grandes empresas dos países desenvolvidos e, posteriormente, o processo foi sendo realizado em empresas menores e países de baixa renda. Buscou-se entender até que ponto as companhias realizam ou realizaram esforços e despenderam recursos nos últimos tempos em digitalizar informações contidas em seus registros e acervos técnicos. Apesar de hoje em dia os equipamentos eletrônicos (computadores, celulares) terem alcançado grande parte da população mundial, as companhias podem possuir informações valiosas sobre suas atividades, projetos e estruturas que são anteriores a 1990 e que podem (ou poderiam) disponibilizar digitalmente, seja individualmente numa única máquina ou em sistemas de informação compartilhados.

Este é um requisito indireto ao escopo da pesquisa (peso 2), pelo fato de colaborar com a disponibilidade digital de informações na companhia de maneira geral, além de incluir os esforços em digitalizar informações ainda disponíveis somente em papel. O requisito abrange também a digitalização de informações georreferenciáveis como mapas, plantas, localização da ocorrência de eventos e endereços, apesar de não se limitar a estes. As respostas obtidas estão expostas na Tabela 28.

Os resultados indicam que grande parte, ou todas as informações disponíveis, inclusive aquelas mais antigas e anteriores ao período de intensa digitalização, puderam ser digitalizadas. Foram notáveis os esforços em escanear documentos para agilizar processos e, hoje em dia, as três companhias possuem aparato tecnológico suficiente para tratarem integralmente seus principais processos sobre plataformas digitais. Considerou-se que, apesar de ainda haver documentos em papel, o reconhecimento das Diretorias e os esforços em digitalizar se manifestam progressivos, fazendo com que elas atinjam a nota máxima para o requisito.

Tabela 28: Resultado do requisito 2a – Investimentos em Digitalização

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Nas lojas, os pedidos da população para a implantação de um novo ramal ainda são registrados em papel, porém em seguida as UNs registram em sistemas digitais de informação esses serviços (F3, F4); Hoje não se pensa mais em registrar em papel. A tendência é que tudo se torne digital (F4, F10, F15) O Sistema Corporativo PRAX criado em 2012, contribuiu para a digitalização dos processos. Nele são registradas todas as ordens de serviço (OS) relacionadas a água e esgoto executadas pela companhia (F4, F15).	Todos os documentos da companhia já foram digitalizados. A campanha para digitalizar foi altamente incentivada pelos diretores (aproximadamente 2010), visto que era necessário esperar de 3 a 4 dias para ter acesso a uma planta em papel, bem como outros tipos de informações. Mesmo assim, foram preservados os papéis antigos (plantas, processos, etc.) por questões de engenharia ou mesmo jurídicas (N1, N2, N5).	Hoje na empresa, existe uma área específica de digitalização (escaneamento) de qualquer documento que entre na empresa (ofícios, despachos, requerimentos, convites, etc). A partir de 2008, tudo na empresa passou a ser digital no que tange mapas e plantas, sendo que num período de 3 anos houve toda a conversão (B1, B2). Foi pensada a hipótese de se escanear os livretos antigos, sobre os quais foram registrados os desenhos técnicos (plantas das tubulações) desde 1920 mas acabaram não sendo escaneados visto que as informações atuais sobre as tubulações já estão em formato digital (B2).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.2.b. Desenhos Técnicos Digitais

Complementarmente à questão 1b, entende-se a necessidade de haver os desenhos técnicos em formato digital para serem manipuláveis sobre plataformas vetoriais como CAD ou então sobre os SIGs. Entretanto, mesmo que digitalizadas, elas podem ser bastante restritas à manipulação, sendo apenas visualizáveis e metrificáveis, nos formatos .jpg e .pdf., o que leva à dúvida sobre os formatos em que os desenhos estão disponíveis nas companhias.

O formato digital é mais vantajoso que o papel, tendo em vista a maior facilidade na edição dos dados e vetores; montagem de layouts, legendas e colorações; realização de cálculos relacionados às estruturas; sobreposição e concepção de cenários e simulações conforme aspectos estruturais e ambientais; disponibilidade de dezenas de softwares para manipulação, inclusive os de código aberto que são frequentemente gratuitos, e; divulgação sobre plataformas digitais, dentre outros. Entende-se este como um requisito diretamente ligado a informações geográficas (peso 5) pela facilidade e capacidade que as plataformas digitais disponibilizam para georreferenciar tais desenhos. As respostas estão apresentadas na Tabela 29:

Tabela 29: Resultado do requisito 2b – Desenhos Técnicos Digitais

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Houve inconsistências entre as plantas digitais cadastradas e o projeto real, porque nem sempre o que foi projetado foi executado. Atualmente, agora só se cadastra, em formato CAD, o projeto executado (F4, F5, F9); Na UNMTL, quando há atualização do cadastro, um arquivo .dwg (CAD) é enviado para a pasta compartilhada da Gerência de Faturação (GEFAR), onde se localiza a área do Sistema de Informações Geográficas. Ainda, nesta UN, as plantas estão em .pdf e em .dwg e divididos por setores / lotes (1200 x 1200m) (F5); Os arquivos CAD não estão georreferenciados. Para essa ação, eles são sobrepostos aos mapas de base quando transferidos para o SIG (F9, F10).	As plantas muito antigas ainda estão no papel, mas várias delas estão em formato digital disponível, principalmente em raster ou .pdf. As estruturas mais recentes estão em CAD (N5, N14).	No Sistema de Informação desenvolvido pela empresa Geometria dá pra tirar qualquer tipo de raster da cidade com a representação das redes hidráulicas e equipamentos, em geral em .pdf (B1, B2). No Sistema Bentley, todas as estruturas estão desenhadas em formato vetorial (B1).
Nota	2,5	2,0	3,0

No caso de Fortaleza, ocorreram equívocos no passado quanto à atualização dos cadastros digitais conforme construção (*as built*), apesar de não ser possível quantificá-las. Foi retirado 0,5 ponto da nota máxima visto que este processo já foi corrigido em âmbito corporativo. Destaca-se que nesse requisito é relevante a disponibilidade digital do desenho técnico e não a alta precisão da informação, assunto que será visto no requisito 5.d. Em Nairóbi, a maior parte das plantas está em formato digital (raster e .pdf) porém nem sempre em formato vetorial, o que pode limitar eventuais manipulações, inclusive sobre os SIGs, o que a levou a obter a nota 2,0. Budapeste possui todos os desenhos técnicos em ambos os formatos, o que lhe atribui a nota máxima.

6.2.c. Conhecimento Digital

O requisito subentende a capacidade dos funcionários, independente de hierarquias e atribuições, a manipularem dados em plataforma digital para realizarem suas tarefas no dia a dia. Além do conhecimento básico como navegação na internet e uso de softwares específicos à profissão, que frequentemente são trazidos pelo próprio funcionário antes de ingressar na companhia, a necessidade dessas em adaptar seus funcionários a um sistema digital pode requerer um maciço investimento em capacitação. De acordo com LAAR et al. (2017), *as mudanças e habilidades profissionais esperadas nesse início de século XXI como pesquisar e avaliar informações, resolver problemas, trocar informações, desenvolver ideias, tudo isso num contexto digital, tem sido percebido como algo essencial (...)*. Ainda, é previsto que com

a inclusão digital, os próprios funcionários das empresas se tornem gradativamente capazes de se responsabilizarem pelo próprio aprendizado, uma vez familiarizados com o contexto digital.

Junto a este requisito, considerou-se a disponibilidade de aparelhos eletrônicos aos funcionários, tais como computadores, tablets, smartphones, dentre outros, onde possam realizar registros ou consultar informações para o trabalho do dia a dia, visto que somente o conhecimento não é suficiente para garantir o registro das informações no meio digital. Ainda, considerou-se a necessidade de prover uma conta de e-mail sobre a plataforma corporativa, de modo que todos esses possam igualmente representar a companhia no meio digital.

Entende-se este como um requisito indireto (peso 2) por viabilizar que mais funcionários sejam capazes de manipular dados em plataformas digitais, porém sem necessariamente tocar informações geográficas e SIGs. Os resultados podem ser observados na Tabela 30:

Tabela 30: Resultado do requisito 2c - Conhecimento Digital

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Diversos cursos de digitalização estão disponíveis na intranet. Há cursos a distância e os presenciais, todos grátis e os novos funcionários costumam fazer quando entram na companhia (F15). Em campo, são usados tablets pelas equipes operacionais, inclusive por funcionários antigos e por profissionais de nível técnico (F3, F4). Todos os funcionários têm direito a uma conta do e-mail corporativo (F15). Os funcionários têm acesso a computador e tablet (individualmente ou compartilhado), mesmo os operacionais e os de campo, apesar da maioria desses serem terceirizados (F3, F4).	Todas as gerações e funcionários estão acostumados com o meio digital. Entre 2002 a 2005 quando foi criada a companhia, houve muita resistência por parte dos funcionários quanto à tecnologia digital e às "perdas de empregos". Depois que viram que os empregos não foram perdidos e a tecnologia facilitou o trabalho, ela acabou sendo abraçada e é totalmente usada na companhia. Mesmo assim, existe uma pequena diferença entre aqueles que tem 20 anos e aqueles de 50 anos (N3). Todos os funcionários têm direito a uma conta do e-mail corporativo (N3).	Em campo, funcionários acessam um device/tablet no qual podem observar as plantas das tubulações de toda a cidade (B1). Nessa plataforma, foi feita uma configuração para que a tela não fosse sobrecarregada de dados. Todos os funcionários da área técnica sabem manipular esses devices (B2). No caso dos cursos online, havia funcionários no começo com falta de habilidade em navegar a plataforma, mas esse problema não existe mais hoje (B2). Todos os funcionários têm direito a uma conta do e-mail corporativo (B1, B7).
Nota	3,0	3,0	3,0

Os resultados se mostraram satisfatórios nas três companhias. Os funcionários hoje se apresentam dispostos a aprender novas habilidades digitais relacionadas a seus trabalhos,

independente de cargos e de geração. É importante salientar que mesmo no caso da migração de informações do papel para o digital, apesar do conflito temporário que houve em Nairóbi e em Budapeste, este foi superado ao longo do tempo, sendo que atualmente em ambas os funcionários possuem boa capacidade em manipular as tecnologias digitais nas tarefas do dia-a-dia.

Ainda, os aparelhos digitais se mostraram disponíveis e acessíveis nos relatos e, também, nos departamentos visitados ao longo da pesquisa, bem como é garantida a todos os funcionários a possibilidade de representar a empresa em perfil eletrônico (email). Hierarquias não mostraram nenhum tipo de limitação para esse requisito.

6.2.d. Campanhas de Digitalização

Neste requisito, buscou-se tratar especificamente da autonomia das companhias em realizarem as próprias digitalizações, bem como a qualidade da precisão e da organização dos documentos digitais de forma geral. As campanhas podem ser frequentemente terceirizadas, seja para documentos alfanuméricos (textos) como para desenhos técnicos em formato vetorial ou raster. Ainda, neste requisito, pressupôs-se que, quando os próprios funcionários digitalizaram tais informações, elas tendem a ser mais organizadas e de melhor qualidade, visto a maior familiaridade de impacto no dia a dia profissional em comparação aos profissionais externos, que frequentemente realizam o serviço em curto período de tempo. Entretanto, quando bem supervisionado por funcionários internos, as campanhas de digitalização feitas por funcionários terceirizados também podem atender a ótimas expectativas.

Trata-se de um requisito indireto (peso 2) por tratar das campanhas de digitalização de forma geral, independente delas terem ou não envolvido informações geográficas. Os resultados se encontram na Tabela 31.

Atualmente, nas três companhias, todas as etapas de digitalização de informações ocorrem dentro do âmbito corporativo, visto que os funcionários têm capacidade e dispositivos que lhes permitem isso, o que lhes garante hoje a nota máxima. No caso de Nairóbi, conferiu-se a vantagem em realizar a contratação de terceiros para agilizar o processo de digitalização, porém tal serviço não é mais visto como necessário. Em Budapeste, a integração de funcionários internos e externos para a digitalização dos mapas se mostrou bem planejada e eficaz, o que garantiu a boa qualidade do serviço mesmo que seu fim tenha

ocorrido somente alguns anos depois.

Tabela 31: Resultado do requisito 2d – Campanhas de Digitalização

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	As informações foram sendo gradativamente digitalizadas na medida em que mais computadores foram disponíveis aos funcionários (F4, F15). Nas unidades de negócio, são os próprios funcionários da companhia que digitalizam as informações de campo. Inconsistências são cada vez mais raras por serem sempre atualizadas (F5, F10).	Inicialmente foi contratada uma empresa para que os arquivos fossem escaneados mais velozmente, principalmente arquivos alfanuméricos (N3, N5). Atualmente, a própria companhia digitaliza os processos, bem como plantas e mapas (N5, N14).	As informações foram sendo gradativamente digitalizadas na medida em que mais computadores foram disponíveis aos funcionários (B1, B2). A digitalização do mapeamento das redes foi feita por externos da empresa Geometria, e acompanhada e corrigida por funcionários internos. Demorou-se cerca de 4 a 5 anos para revisar todo o trabalho e toda a transformação do processo de mapeamento na empresa para adaptação dos funcionários (B2). Atualmente, é a própria companhia digitaliza os próprios processos, bem como plantas e mapas (B2).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.2.2. Resultado: Atributo Digitalização

O resultado do atributo Digitalização, composto pelos 4 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas, é apresentado na Tabela 32:

Tabela 32: Resultados para o atributo 2 - Digitalização

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
2a	Investimentos em Digitalização	2	3,0	3,0	3,0
2b	Desenhos Técnicos	5	2,5	2,0	3,0
2c	Conhecimento Digital	2	3,0	3,0	3,0
2d	Campanhas de Digitalização	2	3,0	3,0	3,0
Fator multiplicador			3,03%		
Resultado (%)			92,41	84,84	100,0

As diferenças socioeconômicas e dos serviços de água e esgoto entre os países se mostraram, de forma geral, pouco relevantes no atendimento dos requisitos deste atributo, indicando que as tecnologias e conhecimento digitais se mostram acessíveis na maior parte do mundo atualmente. Ainda, os resultados apontam a rara necessidade de prestadores de serviço externos para atenderem a este fim. Também, é visível o reconhecimento dos funcionários e diretorias sobre as vantagens que as tecnologias digitais atribuem ao negócio como um todo. No entanto, com destaque para o requisito 2b, observaram-se diferenças quanto ao maior rigor

na qualidade e formato da informação, o que sugere um reconhecimento mais específico quanto às vantagens associadas à manipulação dos desenhos sobre plataformas vetoriais georreferenciadas, mesmo que as tecnologias (computadores, softwares, plantas, etc.) sejam igualmente acessíveis nos três países.

6.3.a. Cidade e Uso do Solo

SHAMSI (2005) relata que existem três tipos de mapas de base: ortofotos digitais; mapas planimétricos, e; mapas de pequena escala. O primeiro se refere a fotografias aéreas retiradas por sensores aerotransportados (exemplo: aviões) para sobrevoo de área específica conforme requerimento do interessado/cliente. Tais fotografias são convertidas para o meio digital e transformadas em figuras raster, em geral de altíssima resolução. Imagens de satélite também podem exercer esse papel, porém há maior defasagem de suas resoluções, apesar de gradualmente a qualidade dessas serem páreas às ortofotos. No segundo, são tratadas as representações espaciais vetoriais com certos elementos paisagísticos como estradas, rios, lagos, picos e algumas edificações de interesse público, em geral em escalas maiores como cidades inteiras ou polígonos com dezenas de quilômetros. No terceiro, os mapas de pequena escala (1:100.000 ou menor) trazem detalhes mais específicos sobre os objetos espaciais, como matrícula de cada terreno e edificações, localização de estruturas de utilidade (água, esgoto, gás, transportes), inclusive com nome e toponímias desses.

O conhecimento da cidade e suas respectivas estruturas públicas e privadas como ruas, vias, calçadas, estações de metrô, sistemas elétricos, postes, ferrovias, edificações, matrículas dos terrenos, parques, árvores, equipamentos de lazer, dentre outros, são importantes para conhecimento dos funcionários das companhias de água e esgoto. Por meio delas, as estruturas da companhia podem ser vistas junto a esse contexto urbano e, ainda, prover maior exatidão da localização das estruturas usufruindo-se dessas como referências espaciais.

Este requisito foi considerado como direto (peso 5), por tratar de assunto essencial ao mapeamento das estruturas das companhias e de enriquecer as informações espaciais por meio de referências complementares às suas estruturas, facilitando o trabalho de localização no dia a dia dos funcionários. Sem mapas de base, a simples informação de coordenadas geográficas ou de endereço se torna limitada para referência ou manipulação. Os resultados foram

apresentados na Tabela 33.

Tabela 33: Resultado do requisito 3a – Cidade e Uso do Solo

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	(1): Apesar da Prefeitura de Fortaleza oferecer shapefile da malha viária, a CAGECE elabora um layer próprio, inclusive com outros municípios do Sistema Metropolitano, mais atualizado e está conectado ao Prax (F9, F10). (2);(3): Esses mapas são públicos e disponíveis, principalmente pela SEUMA (Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente) (F9, F10). (4): As ortofotos de Fortaleza são de 2011. Para alguns municípios do entorno há imagens mais antigas. Também são usadas bases como GoogleEarth, Open Street Map, Bing, ou mesmo informações a respeito de empreendimentos que estão em construção e solicitaram manifestação da CAGECE (F9).	(1): As ruas foram mapeadas pela contratada Geomaps (2013). Depois disso, passou-se a atualizar as mudanças dos nomes das ruas e novas ruas construídas, mas isso não vem sendo feito com muita perfeição (N7). (2); (3): Esses mapas não são usados no dia a dia do SIG, mas o <i>Kenyan Agriculture Research Institute</i> disponibiliza isso para todas as áreas do país, enquanto para a cidade de Nairóbi, o condado cuida disso e disponibiliza as cartas para o setor de engenharia (N7). (4): Há imagens de 2013 com resolução de 1pixel/25cm para todo o condado, fornecidas pela geomaps em 2013 (N7, N13).	(1): Há 3 tipos de mapa de base: O primeiro é o 1:500 (Komunálinfó KFT), 1:2000 (Geométria KFT) e o deles mesmo (1:15.000). Uma vez por mês a Komunálinfó atualiza tudo em Budapeste e manda um CD para eles com o CAD georreferenciado e dados alfanuméricos. Para as outras cidades, elas mesmas contratam outras empresas e, quando ocorre a atualização, eles lançam no sistema também. Os dados incluem ruas, clientes, bairros, zonas hídricas, etc (B1, B2). (2); (3): As cartas da Komunálinfó e da Geométria contém informações de uso e ocupação do solo, além daqueles adquiridos pelo órgão de cartografia (<i>Földhivatal</i>) (B2). (4): Há imagens aéreas somente do território de interesse para produção de água, de 2015 (B2, B4).
Nota	3,0	3,0	2,5

Os resultados indicam que as três companhias possuem informações de qualidade no que tange à cidade e ao uso do solo, independentemente delas terem sido produzidas pelas próprias companhias ou adquiridas de órgãos externos, especialmente os mapas oficiais e de uso e ocupação do solo. Além disso, as três companhias mostraram capacidade de atualizar dados sempre que necessário, mesmo que ainda não oficialmente formalizados. A disponibilidade de imagens aéreas se mostrou adequada, apesar das de Fortaleza serem de 2011, viu-se que o corpo técnico usufrui de ferramentas gratuitas para reconhecimento de áreas, e em Budapeste ela é limitada por não haver a área urbana, o que diminuiu a nota final. Assim, elas alcançaram a nota máxima, por se mostrarem muito bem munidas de informações e com autonomia para manipulá-las.

6.3.b. Topografia e Hidrografia

As características físicas e ambientais do sítio geográfico onde se situam as áreas

metropolitanas e a relação das estruturas das companhias com o meio físico formam conhecimento de alta relevância para projetos e para a operação. A topografia é útil na concepção de sistemas de abastecimento e monitoramento de pressão e alcance dos usuários, bem como na definição de necessidade de pontos para bombeamento, além de outros usos, como apontado por CEYLAN & EKIZOGLU (2014) no caso de batimetria e medições da capacidade de armazenamento de represas. A hidrografia auxilia na definição de corpos para captação e receptores de efluentes, bem como para definição de coletores interceptores e demarcação de bacias hidrográficas. No caso das águas subterrâneas, as informações geográficas podem ser úteis para o cálculo de capacidade de armazenamento de aquíferos (BLAKE et al. 2014) e avaliação de vulnerabilidade ambiental (EL-NAQA et al. 2006). Outro aspecto de muita relevância para tais informações são os pontos de monitoramento da qualidade da água, que podem estar relacionados aos corpos d'água, ou às redes das tubulações, e monitoramento hidrometeorológico para cálculo de vazões para conferir disponibilidade de água, modelagem de vazões e estudos climáticos.

Este é um requisito direto (peso 5), por tratar de informações georreferenciadas úteis em diversos estudos relacionados aos serviços de água e esgoto e monitoramento de recursos hídricos. Sem esses, os funcionários enfrentam sérias dificuldades no planejamento de ações, elaboração de projetos e previsão de cenários de contaminações e erosões, dentre outros. Os resultados estão apresentados na Tabela 34.

As três companhias apresentaram resultados satisfatórios e, ainda, as próprias equipes são capazes de produzir informações topográficas para projetos específicos para as redes e implantação de projetos. Nos casos de Fortaleza e Nairóbi, notou-se que as informações hidrometeorológicas são de pouca valia no dia a dia, mesmo no caso da NCWSC ser responsável pela produção de água nos mananciais. Entretanto, como elas estão disponíveis por outros órgãos, o fator não impediu que a nota máxima fosse alcançada.

Tabela 34: Resultado do requisito 3b – Topografia e Hidrografia

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	(1): Para Fortaleza as isolinhas são de 1m. Ainda, a equipe de Esgoto realiza medições em campo e as registra em CAD (F10). (2); (3): Os dados de hidrografia e de precipitação estão disponíveis pela Fundação Cearense de Meteorologia e cartas oficiais (F9). (4); (5): A produção e monitoramento de água são de responsabilidade da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH). A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos disponibiliza online⁷³ informações em tempo real do estado trófico dos principais mananciais de abastecimento (F10).	(1): Há curvas de nível de 2m para todo o condado. Em casos de obras, é usado o <i>total station</i> e há uma equipe na companhia que estuda fundo as questões de topografia (N7). (2): Há a hidrografia de todo o condado, extraída do mapa oficial 1:50.000, com as bacias das represas também (N7). (3); (4); (5): Apesar dessas informações não serem utilizadas no dia-a-dia, elas são disponibilizadas pelo <i>Kenya Meteorological Department</i> deve ter, ou então o <i>Ministry of Environment</i>. (N7, N13).	(1): Pra todo assentamento de tubo tem uma medição topográfica, com precisão de até 2 casas decimais, que fazem 2x, uma no começo e no fim do trecho do tubo assentado. Mesmo quando um novo é feito, a medição é feita novamente e a margem de erro é bem pequena. Tem as curvas de nível de 1m somente em áreas de interesse para produção de água. No caso dos mapas oficiais, usados para a área geográfica de produção de água, as curvas de nível são de 2,5 metros (B2, B5). (2, 3, 4): A própria companhia cria esses dados e eles estão disponíveis no sistema SCADA (B2, B11).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.3.c. Áreas Irregulares e Favelas

Existem hoje cerca de 800 milhões de pessoas morando em favelas no mundo (ONU, 2018). O mapeamento dessas áreas costuma ser precário, ou complexo. Precário, pelo fato de raramente constituírem áreas formalmente reconhecidas por parte do Estado o que evita seu cadastramento. Também, as próprias comunidades podem resistir em fornecer dados tendo em vista a alta clandestinidade de atividades econômicas (o que inclui, por exemplo, a sonegação de impostos), ou mesmo aquelas ilícitas. E complexo, pelo fato desse mapeamento e aquisição de dados demandarem um trabalho social específico e parceria com a comunidade, de forma a garantir que a cartografia lhe trará benefícios como, por exemplo, melhorias em infraestruturas, o que faz as companhias de água e esgoto depender dessas para seus projetos e serviços.

Na Índia, foi elaborado pelo Ministério de Habitação o *Guidelines for GIS Mapping, Management Information System development and integration* a fim de orientar os governos locais no mapeamento das cidades, especialmente das favelas. No manual, são indicadas formas de orientar as comunidades, subdividir a área em distritos e incrementar com dados e informações, a fim de prover aos governos informações úteis para dar suporte a projetos de

⁷³ <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao>, Acesso em: 27/02/2018

melhorias urbanas e serviços públicos (ÍNDIA, 2011). A crescente demanda por informações de tais áreas vem chamando a atenção do meio científico, no qual se buscam alternativas como métodos semiautomáticos de identificar edificações por meio de imagens de satélite (MAYUNGA et al. 2007) e coletas em campo e aplicação de estatística espacial (PAUL, 2015).

O requisito está diretamente relacionado ao assunto da pesquisa (peso 5), tratar de informações geográficas essenciais para as companhias com o objetivo de universalizar os serviços de água e esgoto. Os resultados estão presentes na Tabela 35.

Tabela 35: Resultado do requisito 3c – Áreas Irregulares e Favelas

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Na UNMTL, foi informado que a equipe técnica é capaz de realizar cadastro dessas áreas conforme demandas, apesar de serem raras essas ocasiões. Ainda, a respeito das populações em favelas, a Prefeitura de Fortaleza dispõe de algumas informações sobre áreas irregulares e a relação profissional é positiva (F4).	Em algumas favelas foram realizados projetos de toaletes público com sanitários, água potável e chuveiros para um raio de 10 x 10 casas, que utilizam as redes de água e esgoto da própria NCWSC, como no caso de Kibera. Os serviços têm de ser pagos (20 litros por 50 centavos de KES). Essas favelas foram mapeadas pela própria companhia e com recursos próprios para estudos de viabilidade. São feitas relocações dessas populações, indenizações (inclusive de negócios que possam haver) e elas participam ativamente do andamento do projeto, na concepção e construção (N8, N10). No SIG existem polígonos indicando favelas inteiras e, quando há cliente dentro, eles são cadastrados. No departamento de <i>Informal Settlements</i> , foi dito que existem clientes e casas nas favelas com hidrômetro que também são registradas. Para qualquer projeto é feito um estudo da área e esta é mapeada, aproveitando-se redes já existentes no asfalto e é a própria companhia que levanta todos esses dados (N5, N13).	Não há favelas em Budapeste. Todas as habitações estão mapeadas, mesmo aquelas que possam ser eventualmente chamadas de "precárias" (B2).
Nota	1,0	1,5	3,0

De acordo com as informações coletadas, a CAGECE mostrou limitações no que tange o conhecimento e cadastros nas favelas e, ainda, a companhia ainda não possui uma sólida ação/política de formalização e provisão de serviços de água e esgoto especificamente para essas áreas. No entanto, foram apresentados pontos positivos como capacidade técnica das equipes em realizar mapeamento e cadastramento para ações locais e há articulação com as prefeituras.

Em Nairóbi, a companhia se mostrou atenta à questão do saneamento em favelas e na concepção de projetos em parceria com as comunidades locais. Há capacidade de se mapear clientes e realizar cadastros dentro delas e os toaletes públicos, indicando autonomia na

companhia para execução de projetos próprios, porém ainda desprovida de informações de áreas sem prestação de serviços e sem parcerias interinstitucionais claras para esse propósito o que garantiu a nota 1,5.

Pelo fato de em Budapeste não haver ocorrência de favelas, a companhia alcançou automaticamente a nota máxima, visto o requisito não ser necessário e nem aplicável a este contexto.

6.3.d. Estruturas Subterrâneas

Essas estruturas consistem em todo tipo de objeto, aparelho, redes, túneis, tubos e instalações que não são visíveis sobre a superfície. Além das redes de água e esgoto que, frequentemente, são subterrâneas, outros componentes também podem fazer parte do subsolo como: cabos elétricos; gasodutos e oleodutos; galerias de águas pluviais (GAPs); túneis; estacionamentos; linhas de metrô, dentre outros. Tendencialmente, as cidades de maior densidade urbana e em países desenvolvidos costumam ter maior volume de estruturas subterrâneas que cidades espalhadas ou em países de renda baixa ou média, pois as instalações e manutenção de estruturas subterrâneas demandam maior custeio.

NUVOLARI (2011) recomenda que, para providências preliminares às obras de esgotamento sanitário, que seja feito um levantamento do cadastro de interferências subterrâneas, por meio de plantas e cadastros disponíveis. O próprio autor relata que *esses cadastros muitas vezes são antigos, desenhados sem escala, sem coordenadas, de locação ou cotas e servem, apenas para efeito de orientação. Algumas concessionárias apõem carimbo nos desenhos, isentando-se de responsabilidade por inexatidão das informações ali contidas* (p.115).

Soluções como o uso de radares e georadares (JAW & HASHIN, 2013) vêm sendo gradativamente aplicadas para esses mapeamentos. No entanto, devido ao custo do equipamento, há restrições no emprego desta tecnologia em todo o mundo.

O requisito está diretamente relacionado ao assunto da pesquisa (peso 5), tratar de informações geográficas necessárias quando da instalação e manutenção de estruturas subterrâneas de água e esgoto para evitar intervenções e danos desnecessários em estruturas de terceiros. Ainda, é útil para a garantia da segurança dos funcionários em intervenções de modo a não correrem o risco de danificar cabos elétricos, gasodutos ou oleodutos, com possibilidade de choques e explosões. Os resultados se encontram na Tabela 36:

Tabela 36: Resultado do requisito 3d – Estruturas Subterrâneas

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	(1): A companhia de energia disponibiliza mediante solicitação (F10). (2): Eventualmente em escavações as GAPs (responsabilidade das prefeituras) podem ser danificadas, por falta de informação. As informações não estão disponíveis (F10) (3): A rede de telefone costuma se situar sob a calçada. Porém, nunca se ouviu falar em pedir tais informações (F10). (4): Elas são solicitadas à administração desses imóveis (F10); (5): Os dados são passados pela CEAGÁS quando pedido, mas costuma ser raro pedir/precisar (F10).	(1): Eles solicitam e, como a companhia de energia também tem um SIG, eles acabam disponibilizando conforme demanda (N13). (2) O Governo do Condado raramente possui informações sobre as GAPs. Porém, quando possui tais informações, essas são repassadas (N7, N13); (3): Eles pedem conforme demanda, e existe informação sobre as linhas (N5, N7); (4): Existem construções subterrâneas somente nas áreas centrais, como estacionamento. Elas são solicitadas à administração desses imóveis (N5, N7). (5): Não existem gasodutos subterrâneos na cidade (N3).	(1; 2; 3; 5): Não há nenhuma estrutura subterrânea externa cadastrada no SIG da companhia e eles sempre acabam solicitando para as outras empresas conforme demandas de intervenções (B2). (4): Fizeram um levantamento informal a respeito das garagens subterrâneas, mas não tiveram sucesso. No caso, essas informações são solicitadas aos administradores das edificações e estruturas. O metrô disponibiliza essas informações (B2).
Nota	2,5	2,5	3,0

Apesar deste requisito analisar unicamente a disponibilidade dessas informações, é importante ressaltar que, nos três casos, tem de ocorrer conforme intervenções específicas, o que torna o processo lento e burocrático. Nas três companhias, as demandas por tais informações devem passar pela representação institucional (diretorias) para que sejam formalizadas aos outros órgãos e o processo costuma demorar dias.

No caso de Nairóbi e Fortaleza, notou-se alta dificuldade nas informações dos sistemas de drenagem urbana, o que diminuiu a nota final. Há ausência de uma concessionária (empresa) responsável por essas estruturas especificamente porque não estão vinculadas à cobrança de tarifas. Ainda estas estão frequentemente sob a administração de órgãos ligados ao governo local que se ocupam dessas e de muitas outras estruturas e serviços públicos. A idade da implantação é outro complicador, pois pode remontar a períodos anteriores a 1990.

6.3.2. Resultado: Atributo Mapa de Base

O resultado do atributo Mapa de Base, composto pelos 4 requisitos e respectivos

pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 37:

Tabela 37: Resultados para o atributo 3 – Mapa de Base

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
3a	Cidade e Uso do Solo	5	3,0	3,0	2,5
3b	Topografia e Hidrografia	5	3,0	3,0	3,0
3c	Áreas Irregulares e Favelas	5	1,0	1,5	3,0
3d	Estruturas Subterrâneas	5	2,5	2,5	3,0
Fator multiplicador			1,66%		
Resultado (%)			78,85	83,00	95,45

Os resultados indicam que as três companhias alcançaram bons resultados, que elas estão bem munidas de informações a respeito de seu espaço geográfico de atuação e de suas características físicas e construídas de maneira bastante semelhante. No que tange a capacidade do corpo técnico em manipular e trabalhar essas informações, bem como a qualidade dessas e tecnologias usadas, as semelhanças também foram evidentes.

Adquirir dados em favelas se mostrou o principal desafio desse atributo e apesar da CAGECE e da NCWSC possuírem equipe técnica qualificada e equipamentos para realização desses mapeamentos, ações nesse sentido vêm sendo feitas de forma ainda independente e isolada pelas companhias. Nesse caso, apesar de não serem as companhias as únicas responsáveis pela atividade, percebe-se uma real urgência para que ações em nível governamental sejam concebidas de modo a se levantarem mais informações a respeito das favelas e de suas comunidades para facilitar a concepção e implantação de projetos de água e esgoto. A facilidade do mapeamento em Budapeste, onde inexistem favelas no requisito, o que leva a entender que o requisito está diretamente ligado à efetividade de políticas públicas e das condições socioeconômicas como um todo do contexto metropolitano.

6.4.a. Camadas e Campos

Os dados geoespeciais são classificáveis e divisíveis, sendo que camadas e campos são unidades básicas para esses fins. As camadas (*layers*) são um conjunto de informações espaciais comuns que, quando agrupadas, permitem manipular, trabalhar e representar em massa os dados referentes a elas. Os campos são unidades de entrada de dados para um

registro⁷⁴, provendo uma relação entre esta e o próprio campo. Enquanto que, numa tabela de banco de dados espaciais as linhas horizontais se referem a objetos espaciais (exemplo: tubulação, válvula, unidade operacional, município, etc.), os campos (linhas verticais) se referem às características e atributos de cada um desses por meio de informações alfanuméricas quantitativas e qualitativas, como dimensões, datas, índices, formas, conteúdos, dentre outros. Enquanto que para os objetos vetoriais vários campos podem ser atribuídos às suas tabelas, no caso dos pixels da imagem raster, há somente um único campo com o valor numérico representado por estes.

As camadas e campos estão diretamente relacionados aos modelos aplicados aos Sistemas de Informações Geográficas, os quais Berry (1995) apud CHRISTOFOLETTI define como *representações da realidade, sob forma material ou simbólica (...) onde os objetos são entidades sobre a forma estática, formando uma representação visual de um elemento e (...) as ações são a dinâmica sob a forma de movimentos, focalizando as relações espaço-temporais dos elementos* (p.18).

Trata-se de um requisito direto (peso 5), por tratar diretamente da forma como as informações geográficas da companhia estão agrupadas e classificadas e se há coerência nessas funções. Na ausência de camadas e campos, o agrupamento de informações geográficas se torna inviável, cabendo aos funcionários trabalharem individualmente com diversas informações semelhante, dificultando (ou inviabilizando) parte de suas funções e o tempo de execução. Os resultados estão presentes na Tabela 38.

Observa-se que nas companhias já existe um banco de dados unificando informações úteis a diversos departamentos a respeito de objetos semelhantes e que, para esses, existem campos para definição de atributos relacionados a estes, garantindo a nota máxima para as três neste requisito.

⁷⁴ Em banco de dados, esses registros também são conhecidos por “tuplas”.

Tabela 38: Resultado do requisito 4a – Camadas e Campos

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Na modelagem, e agora já em execução, tudo se encontra num SGDB unificado de PostGIS / PostgreSQL, cujos objetos espaciais já vêm sendo subdivididos em camadas e campos (F9, F10). A modelagem dos dados geográficos já está em desenvolvimento, pensando-se nas camadas (F9).	Os shapefiles estão num servidor comum e devidamente divididos por camadas e campos. No entanto, somente a equipe do SIG tem acesso aos shapefiles (N7, N13).	Os dados já estão separados por tipo de objeto, entidade e características físicas das estruturas. Para cada tipo de objeto há uma forma específica e dados específicos (conjunto de campos) que devem sem preenchidos. Porém existem algumas imperfeições, como exemplo colocar um prédio num determinado endereço, depois editar o endereço errado e o sistema aceitar (B1, B2).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.4.b. Padronização

Nos países e nos territórios, os órgãos responsáveis pelo mapeamento oficial podem criar padrões específicos para determinadas informações geográficas. Na União Europeia, o projeto INSPIRE vem criando especificações e padrões para que as informações geográficas sejam criadas e formatadas dentro de padrões, aplicáveis aos 26 países membros. Dentre elas, há uma diretiva específica (D2.8.III.6) para Utilidades e Serviços Governamentais, a qual abrange estruturas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (UNIÃO EUROPEIA, 2010). No Brasil, o Exército elaborou o manual *Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais* (ET-ADGV) no intuito de facilitar a sua padronização desses, inclusive relacionadas à saneamento básico (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2011). Em escala global, o *Open Geospatial Consortium* (OGC) criado em 1994 reúne profissionais de todo o planeta para a elaboração de regras e padrões de cunho internacional para a produção de dados geoespaciais, além de existirem as normas ISO, como a 19128:2005 para servidores de mapas (*mapservers*) e o 19117:2012 sobre formatação e simbologia de mapas.

Este é um requisito direto ao tema da pesquisa (peso 5) por se tratar da atenção que foi dada aos responsáveis pelas bases de dados geoespaciais quanto à padronização dos dados com relação a padrões locais, nacionais ou internacionais existentes, ou então criadas pelas próprias companhias, para facilitar a leitura e partilha de informações por meio de arquivos e/ou serviços. Os resultados deste requisito estão presentes na Tabela 39.

Tabela 39: Resultado do requisito 4b – Padronização

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Existe uma modelagem proposta para as camadas que compõem o banco de dados do IGEO. Nessa modelagem foi contemplada a definição dos campos essenciais para cada camada que compõe o banco. A definição dos campos surgiu da análise dos requisitos enviados pelas gerências da companhia, onde cada uma delas informou quais informações (atributos) seriam de seu interesse da gerência. Assim foi estruturado um modelo que contempla as necessidades da companhia. Para camadas da geografia básica, como hidrografia, bacias hidrográficas, limites políticos, etc houve influência de normas nacionais do IBGE e Exército para a definição da estrutura dos dados e atributos das camadas (F10).	A padronização dos dados geoespaciais foi criada pela própria companhia. Não há padrão nacional específico para estruturas de água e esgoto (N13).	Foi necessário padronizar os dados para que eles pudessem ser inseridos no E-KÖZMŰ. Para esse caso, o governo húngaro apresentou um roteiro (<i>guideline</i>) sobre como os dados deveriam ser convertidos para depois serem enviados ao E-KÖZMŰ por meio de serviço WMS/WFS. De qualquer forma, para se inserir um dado no Cadastro existe uma forma para cada tipo de objeto e, em muitas vezes, a escolha do atributo é por lista (opções variadas de material, de distrito de medição e controle - DMC ao qual pertence, etc.) (B8).
Nota	1,5	1,0	3,0

Na CAGECE, apesar do sistema IGEO ainda não ter sido implementado, foi visto por parte dos coordenadores do projeto a preocupação em aplicar as normas do CONCAR, o que indica um direcionamento à padronização de nível nacional, além de se notar que há camadas externas que já seguem padrões nacionais. Porém, como essas ainda não foram efetivamente aplicadas aos dados geoespaciais internos, a nota atribuída foi reduzida. A NCWSC se baseou exclusivamente nas demandas da própria companhia, o que não desmerece o esforço, porém por não considerar outras padronizações, mesmo que internacionais, atribuiu-se sobre a nota 1,0. Na Hungria, a iniciativa governamental da plataforma E-KÖZMŰ foi criada em 2013 no intuito de facilitar a troca de informações entre as concessionárias de infraestruturas e serviços públicos entre si, a qual, inclusive, é aberta a todo público. O esforço da companhia local em padronizar as informações ao menos para este fim garantiu a nota 3,0, visto a incorporação de ao menos uma forma de padronização de escala nacional para as informações próprias e que, ao mesmo tempo, permite que essas sejam divulgadas por meio de serviço WMS/WFS.

6.4.c. Indexação

A indexação se trata de uma forma de agrupar dados geoespaciais de modo a facilitar

e agilizar o seu rastreamento. Basicamente, são criadas colunas (campos) específicas para isso, onde a totalidade dos dados disponíveis numa tabela é agrupada em códigos (índices) e estes servem para subgruparem eles conforme determinadas características ou localizações.

De acordo com LONGLEY et al. (2013), os índices mais comuns atribuídos aos dados geoespaciais são os seguintes:

B-Tree: ordena os dados e divide a lista ordenada em nós de um determinado tamanho (conforme quantidade de registros) conforme limite de numerações;

Grades: Unidade ou conjunto de malhas retangulares colocadas sobre uma camada de dados geoespaciais a fim de subdividi-los. Além dessas malhas, unidades territoriais (distritos, municípios, etc.) também podem ser usadas para este fim;

Quadtree: Um tipo especial de índice de grades, o qual é feito conforme divisão recursiva do espaço em quadrantes, de modo a tornar este em quadrantes ainda menores para ser mais específico;

R-tree: Agrupamento de objetos usando-se uma aproximação retangular de sua localização, chamada de retângulo envolvente mínimo (minimum bounding rectangle - MBR);

O requisito foi considerado direto (peso 5) por se tratar diretamente da indexação dos dados geoespaciais produzidos pela própria companhia, no intuito de entender se para a organização desses vem sendo previsto ou já foram executados meios para facilitar seu rastreamento destes. As respostas se encontram na Tabela 40:

Tabela 40: Resultado do requisito 4c – Indexação

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Toda a região metropolitana é dividida por quadrículas. Bastaria fazer a intersecção e adicionar o campo às demais camadas, mas isso ainda não foi feito pois requer maiores definições (F9).	Somente algumas camadas foram indexadas, como o dos clientes. Já foi concebido um gradeamento para toda a área metropolitana, mas ainda isso não foi aplicado aos shapefiles (N7, N15).	É possível realizar buscar no sistema por meio de uma série de combinações de características (ano de implantação, material, diâmetro, endereços, zonas, etc.). Para a procura o sistema é bastante rápido e pela plataforma da Geométria ele acaba indo automaticamente pro Bentley para o retângulo especificado como resultado da pesquisa. Para cada propriedade, há um código que faz o cruzamento automático com o Oracle. Para todo objeto está identificado o Distrito de Medição e Controle (DMC) onde ele se situa e endereço (B1, B2).
Nota	1,0	1,5	3,0

Em Fortaleza, já existe em andamento uma concepção de que forma os objetos podem ser indexados que, no entanto, não foi efetivamente aplicada. Em Nairóbi, havia

somente uma camada indexada, porém com indicação de grades ainda sem aplicação sobre as camadas, indicando certo avanço, porém sem uso efetivo. Em Budapeste, foram mostradas várias possibilidades de agrupamento de registros por meio de índices como a seleção de quaisquer objetos feita pelo próprio usuário, ou então conforme as zonas hídras, atribuindo-se a nota máxima.

6.4.d. Topologia

A Topologia é um ramo da matemática ligada à geometria, no qual são estudados conceitos como conexidade, separabilidade, vizinhança, intersecção, adjacência de objetos, dentre outros. No caso dos dados geoespaciais, frequentemente é aplicado o conceito de arco-nó, visto que um mesmo ponto ou uma mesma linha podem estar associados simultaneamente a dois ou mais objetos, como exemplo a fronteira entre países, na qual uma única linha está associada ao país “A” e “B”, ou então um ponto situado sobre a intersecção de duas linhas, por exemplo uma estação de metrô que conecta as linhas e metrô “A” e “B”.

No geoprocessamento, a topologia está diretamente associada à exatidão de informações, automatização de processos e suporte à decisão. VERDIN & VERDIN (1999) criaram um algoritmo com regras topológicas com base na codificação de Otto Pfafstetter aplicáveis a modelos digitais de terreno (MDT)⁷⁵, para que fosse possível demarcar bacias hidrográficas. No Chile, BLAZQUEZ et al. (2012) criaram um modelo de suporte à decisão para orientação sobre malha viária o qual tem por base regras topológicas de distância e conectividade entre os nós (cruzamentos de ruas), sendo que sistemas atualmente conhecidos como o aplicativo *Waze* se utilizam de ferramentas semelhantes. Essas mesmas regras podem ser utilizadas para a aplicação de modelagem hidráulica, cálculo de vazões e percurso dos fluxos sobre em uma rede de tubulações, consequências nos fluxos quando há abertura ou fechamento de válvulas, dentre outros.

A topologia é um requisito direto (peso 5) por tratar do uso de ferramentas na criação e edição de dados geoespaciais produzidos pela própria companhia para propiciar ajuste e exatidão entre vizinhança e conectividade dos objetos. Os resultados estão apresentados na Tabela 41:

⁷⁵ São um conjunto de pontos e/ou isolinhas com informações a respeito da altitude e topografia de um terreno. Em inglês: *Digital Elevation Model (DEM)*.

Tabela 41: Resultado do requisito 4d – Topologia

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Para o controle topológico do mapa vetorial são utilizadas ferramentas básicas e avançadas de edição disponíveis nativamente no software QGIS. Foram desenvolvidas algumas regras no banco de dados PostgreSQL/Postgis para auxiliar no controle topológico e manutenção da integridade dos dados (F9, F10).	Durante a criação de dados, são utilizadas somente ferramentas básicas de topologia (ex: ajuste, ou snap) no software ArcGIS (N7).	Como os desenhos da Bentley são feitos em CAD, não é possível no caso dos desenhos das caixas de válvulas criar uma topologia do sistema. No entanto, é possível saber no sistema quais são as válvulas necessárias para desligamento em ocasião de um vazamento/dano em uma tubulação. De qualquer forma, a equipe do departamento de Engenharia já sabe dessa lógica e sempre cruzam os objetos conforme as normas (B1, B2). Uma vez por ano é feita uma revisão geral da topologia do sistema e os erros são reparados na mão pela equipe do Cadastro Técnico. Essa topologia é necessária para aplicação do modelo hidráulico e, de acordo com os modeladores, essa topologia é extremamente satisfatória e qualquer erro é logo corrigido. Porém, eles precisam pedir à equipe do Cadastro Técnico fazer isso (B1, B2).
Nota	2,0	0,5	3,0

Na CAGECE, por enquanto, são utilizadas as ferramentas do próprio software de manipulação de informações geográficas (QGIS) e já existem mecanismos de validação topológica por meio do próprio banco de dados, o que demonstra possibilidades alternativas ao exclusivo controle por meio exclusivo dos vetores. Mostrou-se a possibilidade por eles mostrada de se criar regras por meio de tecnologias de código aberto (PostgreSQL/PostGIS e software QGIS), o que demanda menores custos. Apesar dos avanços, ainda é necessária uma operação robusta de modo a garantir que regras topológicas sejam aplicadas a todos os dados geoespaciais.

A NCWSC ainda não possui nenhuma regra operativa que garanta que os objetos estejam topologicamente conectados e não há nenhuma forma de validação dessas após criação/edição. Por outro lado, as ferramentas básicas para que isso ocorra já vêm sendo utilizadas, apesar de não haver nenhum plano no horizonte para que a topologia faça efetivamente parte da criação dos dados, sendo que, por ao caso, foi concedida a nota 0,5 visto o mínimo esforço. Na Fővárosi Vízművek, foi visto um longo histórico a respeito do assunto, seja no processo de criação/edição de dados geoespaciais como nas revisões e validações, o que lhe concedeu a nota máxima.

6.4.2. Resultado: Atributo Modelagem Geoespacial

O resultado do atributo Modelagem Geoespacial, composto pelos 4 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 42.

Tabela 42: Resultados para o atributo 4 – Modelagem Geoespacial

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
4a	Camadas e campos	5	3,0	3,0	3,0
4b	Padronizações	5	1,5	1,0	3,0
4c	Indexação	5	1,0	1,5	3,0
4d	Topologia	5	2,0	0,5	3,0
Fator multiplicador			1,666%		
Resultado (%)			62,25	49,80	100

Para este atributo, ocorre um resultado em forma de “escada”, no qual a companhia húngara, por apresentar histórico mais longo e maior robustez no processo de criação de dados geoespaciais. Em posição intermediária está a CAGECE, que apesar de ainda não contar com um SIG corporativo, já vem demonstrando avanços para tal. Em Nairóbi, a companhia ainda precisa desenvolver modelagem robusta para deslanchar um eventual projeto de SIG, pois tais dados ainda são usados por poucos funcionários. Coincidentemente, há uma convergência desses resultados com os respectivos índices socioeconômicos e de atendimento dos serviços de saneamento das cidades.

Visto o avanço da CAGECE com relação à topologia dos dados, o resultado ainda sugere que os requisitos de padronização e de indexação sejam mais complexos de serem atendidos, ou são colocados de segundo plano na etapa de modelagem dos dados.

As companhias, num momento de maturidade do uso e gestão de informações geográficas, estão mais preocupadas inicialmente em atenderem às demandas internas de dados que a formatos e padrões estabelecidos de fora. Entretanto, num segundo momento, é capaz que os funcionários se adaptem a ausência de padrões nos dados, ou mesmo critiquem regras posteriormente impostas, visto a necessidade de uma nova adaptação e por testar o poder de convencimento dos gestores das informações e plataformas geo.

6.5.a. Metadados

Os metadados são um conjunto de dados que auxiliam na descrição dos dados

geoespaciais. Eles podem servir para auxiliar os usuários a respeito do método em que os dados foram produzidos, em quais datas, por quais profissionais e instituições, direitos e restrições de uso, eventuais inconsistências ou imprecisões, contato dos responsáveis pelo material, dentre outros, servindo de complemento ao objeto de interesse que são os próprios dados geoespaciais.

No Brasil, o Decreto Federal 6.666/2008, que instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) define os metadados de informações geoespaciais da seguinte forma:

“Conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características do seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar a sua busca e exploração.”

Na União Europeia, os metadados para o projeto INSPIRE foram concebidos de acordo com as normas ISO 19115 (metadados obrigatórios e opcionais) e 19119 (arquitetura de informação para serviços). São definidas dezenas de campos de metadados, inclusive com classificações daqueles que são obrigatórios (exemplos: data de elaboração, idioma, categoria, contato do responsável) e opcionais (ex: tipo de representação espacial, resolução espacial, datum, etc.).

O requisito é direto (peso 5) por tratar exclusivamente dos metadados dos dados geoespaciais produzidos na companhia. É uma referência para que os usuários internos ou externos tenham conhecimento da origem e concepção do material para esclarecimento de dúvidas e entendimento de suas possíveis aplicações e limitações. Os resultados se encontram na Tabela 43.

Apesar de já existirem dados geoespaciais criados pelas próprias companhias, os metadados são secundários e, frequentemente, inexistentes. Apesar do preenchimento de metadados para as camadas se constituir em tarefa simples e não custosa, mas vem sendo excluída na gestão das informações geográficas em âmbito corporativo. No caso de Budapeste, foi informado que os metadados foram criados exclusivamente por demanda da plataforma E-KÖZMŰ e que, antes dessa também eram inexistentes. Visto que as principais camadas da companhia estão preenchidas com campos básicos e que a concepção desses teve como base uma IDE de cunho nacional (para toda a Hungria), foi atribuída uma nota média a esta companhia.

Tabela 43: Resultado do requisito 5a – Metadados

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Ainda não há metadados para as camadas de dados geoespaciais da companhia. Pretende-se, no futuro, se basear na ISO 19115 (F9).	Ainda não são previstos metadados para as camadas de dados geoespaciais da companhia (N13).	Somente para as camadas fornecidas para a plataforma E-KÖZMŰ, existe uma apresentação básica dos metadados como: projeção cartográfica, nome da empresa, endereço da empresa e identificador do usuário (B8).
Nota	0,0	0,0	1,5

6.5.b. Software/Serviço

Para que os dados geoespaciais possam ser manipulados em camadas, campos, descrições, formas, estilo, dentre outros, é fundamental que exista uma plataforma digital capaz de prover ferramentas de edição e/ou visualização desses para os usuários. Existem, no caso, softwares específicos para o tema (também conhecidos por SIGs), ou então existem os serviços, que são plataformas acessíveis por meio de redes existentes nas corporações, ou mesmo pela própria internet, sendo que ambos podem ser de código aberto (também chamados de “livres”) ou licenciáveis (privados).

Com relação a estudos de recursos hídricos, DELIPETREV et al. (2013) criaram um serviço nacional na Macedônia no qual usuários poderiam visualizar e editar dados geoespaciais sobre hidrografia e vazões. Para serviços de água e esgoto, foram criadas por algumas empresas extensões específicas de SIG no intuito de atender às demandas das companhias, como foi feito pela Bentley com o WaterGEMS e, no caso da ESRI, são fornecidas ferramentas e interfaces específicas conforme demandas da companhia, dentre outras.. Há ferramentas e softwares de código aberto que também são empregáveis para tal fim, como no caso da extensão GISWater, a qual cruza as informações e interfaces dos softwares QGIS e do EPANET (modelagem de distribuição de água). Complementarmente, existem hoje no mercado sistemas que interconectam a disponibilidade de licenças de uso de software para toda uma rede corporativa, com destaque para o sistema Citrix, o qual vem sendo utilizado pelas companhias estudadas.

Este é um requisito direto (peso 5), com o intuito de conferir quais foram os critérios que levaram as companhias a decidirem por adquirir softwares ou serviços e se os

funcionários que trabalham com o tema possuem acesso adequado a esses. As respostas podem ser conferidas na Tabela 44

Tabela 44: Resultado do requisito 5b – Software/Serviço

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Apesar da companhia ainda não ter decidido pelo software definitivo, por enquanto vem sendo utilizado o QGIS por alguns dos funcionários (F9, F10). No momento, a plataforma IGEO (visualização e manipulação de dados) já está disponível em forma de teste para algumas gerências, a fim da equipe gestora receber as impressões dos usuários. A ideia é que a plataforma seja acessível a muitos funcionários, porém só será disponibilizada para eles quando da escolha definitiva da plataforma (F9) Outro software gratuito utilizado na companhia é o Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental (SIS BAHIA) desenvolvido pela Univ. Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para as modelagens de dispersão de poluição da água (F16)	O software usado na companhia é o ArcGIS (ESRI), ainda usado somente pelo setor de SIG, com aproximadamente 5 licenças distribuídas pelo sistema Citrix. As instalações dos softwares são feitas pela equipe de TI. No momento, as licenças atendem sem nenhum problema as demandas, porém com a intenção de se expandir o uso do ArcGIS, será necessário adquirir novas licenças (N13). O QGIS é muito raramente utilizado na companhia. Basicamente, ele é usado para visualização dos dados geoespaciais (N13). Complementarmente, o setor de transporte tem um sistema próprio de localização constante de toda a frota da companhia com o nome worldfleetlog.com (mapa de base do GoogleMaps) com localização automática sobre plataforma SIG com combustível, velocidade, traçado e horários etc (N12).	É pouco comum os funcionários utilizarem o Bentley, mas de qualquer forma existem aproximadamente 20 licenças a disposição por meio do sistema Citrix. Além disso, a consulta na plataforma Geometria (somente visualização) é livre. Jamais houve problemas com sobrecarga. (B2, B8)
Nota	2,5	2,5	3,0

Nas três companhias, destaca-se o ponto positivo de que em todas elas há softwares de manipulação de dados geoespaciais suficientes para as atuais demandas e usuários capacitados para tal, o que permite estabelecer uma rotina de criação/atualização sem empecilhos no que tange recursos de Tecnologia da Informação. Destaca-se que, no caso da CAGECE e, parcialmente em Nairóbi, o software QGIS vem sendo empregado, junto a outros sistemas onde se aplicam dados geoespaciais para outras funções, como monitoramento de frota de veículos e dispersão de poluição da água, exemplificando o quanto esses podem dar suporte a atividades paralelas àquelas previstas para os SIGs. Entretanto, ambas ainda não possuem ações no horizonte de curto prazo para disponibilizar em grande escala essas plataformas, o que diminuiu ligeiramente a nota, visto essas plataformas e softwares serem trabalhados dentro do limite de licenças disponíveis nesse momento.

Em Budapeste, o uso de uma plataforma específica para visualização (Geometria) facilitou o processo de distribuir licenças para o software de edição (Bentley). Visto o pleno

acesso a ambos, foi adquirida a nota máxima.

6.5.c. Capacitação Geo

O uso dos dados geoespaciais e de recursos de TI (computadores, aparelhos, softwares, plataformas, serviços, etc.) depende fortemente do conhecimento da equipe técnica e do conjunto de usuários que têm acesso a esses para que sejam bem empregados nas funções do dia-a-dia, de tarefas simples como atualização de dados a tomadas de decisão que contemplam diversas variáveis. Visando à formação multidisciplinar dessas equipes que, não necessariamente, possuem conhecimento de ferramentas Geo (GPS, softwares, sensores, etc.), cabe à companhia prover conhecimento para que seja possível executar fluxogramas envolvendo informações geográficas em âmbito departamental ou mesmo corporativo.

O conhecimento para este requisito envolve atividades como: apresentação das principais ferramentas do SIG; manipulação e edição de dados; formatos de arquivo e interfaces de plataformas; realização de consultas; introdução à geodesia para definição de projeções cartográficas; elaboração de layouts de mapas; dentre outros.

O requisito foi considerado direto (peso 5) por tratar exclusivamente de conhecimento aplicável ao tema da pesquisa, cuja ausência traz séria limitação ao uso e gestão de informações geográficas em âmbito corporativo, tornando os processos mais lentos ou concentrados somente em poucos funcionários, ou mesmo inviáveis na pior das hipóteses. O resultado pode ser verificado na Tabela 45.

Tabela 45: Resultado do requisito 5c – Capacitação Geo

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Foi feita já uma campanha com 10 funcionários, envolvendo as equipes do GEFAR e da Unidade de Negócio Metropolitana Leste (UNMTL). Foram manipulados dados da própria companhia na atividade, visando a familiaridade dos funcionários aos assuntos do dia-a-dia (F5, F9). No momento, apenas 4 funcionários têm trabalhado diretamente com SIG (software QGIS) (F9). Quando for oficialmente lançada a plataforma IGEO, serão previstos cursos para atingir grande escala (F9).	Alguns funcionários como geógrafos (na área ambiental) e engenheiros cartográficos/geoespaciais já vieram com o conhecimento Geo ou adquiriram por meio de pós-graduações com apoio da companhia. Entretanto, são poucos esses casos (N13). Treinamento em massa para os funcionários da companhia foi algo que nunca foi feito quanto ao uso de informações geográficas e, por enquanto, não há perspectivas para isso (N13).	O conhecimento de CAD (aplicável ao Bentley) está presente principalmente entre a equipe de Engenharia, inclusive na parte de modelagem hidráulica. No caso dos demais funcionários, as manipulações costumam ser muito simples, somente para o essencial do dia-a-dia (B2) Anualmente, a Bentley oferece à companhia uma pequena cota de cursos gratuitamente para reciclagem, ou a novos funcionários (B7, B8). Algumas pessoas na empresa têm o QGIS e ArcGIS instalados, as quais aprenderam por conta própria ou por cursos externos patrocinados pela companhia (B2, B12).
Nota	1,5	1,5	2,0

Apesar das três companhias terem esforços no que tange a capacitação, em nenhuma das três companhias foi comprovado haver uma ampla difusão de conhecimento específico, sendo que se mostrou bastante restrito às áreas diretamente responsáveis pelo assunto. O fato acaba por sobrecarregar as equipes mais relacionadas à cartografia e SIGs, sendo que, além delas cuidarem dos dados geoespaciais corporativos, elas ainda precisam complementarmente atender a demandas paralelas, como confecção de mapas e croquis simples. Dessa forma, cria-se uma relação de dependência para realização de tarefas que poderiam ser feitas com maior autonomia pelas equipes da companhia.

De acordo com as informações prestadas, vê-se que em Budapeste essas demandas são raras, visto o sistema Geométria permitir a visualização. Em Fortaleza e Nairóbi isso é frequente, sendo que para a CAGECE a implantação e difusão do IGEO deverão facilitar esse processo e manter as equipes mais independentes.

6.5.d. Precisão geoespacial

Este requisito se refere à precisão métrica com as quais os dados geoespaciais da companhia foram e vem sendo produzidos. Ou seja, qual é o grau de fidelidade da posição dos

objetos geoespaciais sobre os mapas (digitais ou em papel) com relação à realidade e de quais formas essas referências são representadas. Pelo fato de muitas das estruturas serem subterrâneas, essa tarefa se torna ainda mais dificultosa e, no caso de inexatidões, são necessárias escavações de maior porte ou maior lentidão na execução de manutenções.

Segundo FRAU et al. (2008), *a exatidão na representação espacial de elementos geográficos (...) está sujeita a erros com origem nos processos de captura e processamento, sendo que a quantificação dos erros é fundamental quando se pretende tomar decisões sobre as informações disponíveis* (p. 160). No estudo, foram demonstradas as dificuldades quando são feitas conversões de dados raster para vetorial e vice-versa, sendo a resolução espacial (pixels) altamente influenciadora no resultado final e precisão, indicando que formatação e conversão de arquivos podem levar eventualmente ao agravamento dos erros.

Este é um requisito direto (peso 5) por tratar da precisão dos dados geoespaciais produzidos pela própria companhia sobre as suas estruturas. O resultado pode ser verificado na Tabela 46.

Tabela 46: Resultado do requisito 5d – Precisão Geoespacial

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	As bases raramente estão georreferenciadas, e os arquivos de alta precisão são poucos. O objetivo nas edições é que ocorra um erro de no máximo de 0,5 metros, mas não é possível confirmar isso no momento (F5, F9). As referências espaciais estão em todos os lugares, mas às vezes podem confundir por não serem muito bem elaboradas. As referências espaciais ("amarrações") de proximidade estão sempre presentes nos mapas de CAD (F5). Na UNMTL, o GoogleMaps é uma das ferramentas utilizadas para definição de distâncias e posicionamento (F5). Na definição do fluxo de trabalho, existirão profissionais nas UNs específicos para a atualização, primeiro em croqui e depois repassada para um funcionário que digitaliza e corrige a medição (F9).	A precisão aproximada para os dados disponíveis no SIG é de aproximadamente 70% (número genérico criado pela própria equipe) (N13). Os mapas mais antigos tinham referências espaciais (objetos de entorno e distâncias) e os de agora não tem mais (N2). Toda vez que há discordância entre o que está na rua e o que está no mapa, a informação é atualizada no sistema, a qual é feita por enquanto somente na sede (N7, N13). Muitas plantas são inseridas em formato <i>as built</i> no SIG, de redes de água e esgoto por exemplo. Apesar disso, há vários problemas na precisão dos hidrômetros dos clientes, visto que o sistema MAJIVOICE aponta, para cada registro, um local diferente, visto essa ser uma operação feita por GPS de baixa precisão do smartphone dos clientes (N13).	Antes de 1991, a empresa Rudas & Karig fizera um trabalho do mapeamento das redes de água no papel, no entanto havia referência somente da rua em que estava, sem precisão da localização da tubulação (B2). Para todo o mapeamento feito no Bentley, existem por todos os lados referências espaciais de distâncias para a localização de objetos e estruturas em campo (B1, B2). Agora que há 2 novos aparelhos de GPS geodésico com precisão de 40 cm, acredita-se que será possível ter maiores precisões, mas ainda é um plano de longo prazo (B2).

Nota	2,0	1,5	2,0
------	-----	-----	-----

Nas três companhias viu-se uma mesma forma de se trabalhar, baseada em anotações de campo feitas frequentemente com trenas, que são repassadas/transcritas no mapa corporativo, cujas referências de posição e localização (chamadas de “amarrações” na CAGECE) estão diretamente relacionadas à distância de objetos localizados no entorno como prédios, casas, esquinas e estruturas da própria companhia.

Quanto ao sistema MAJIVOICE de Nairóbi, que permite aos clientes pagar a tarifa por meio de aparelhos celulares, vem ocorrendo um problema visto que, quando a tarifa é paga mesmo que por um mesmo cliente, as coordenadas acabam sendo alteradas devido à cobertura de sinal da rede móvel, do próprio GPS ou mesmo pela troca do celular, o que dificulta garantir precisão para essa camada de dados geoespaciais. Devido à imprecisão dos dados ocorrer em até dezenas de metros, exclusivamente por estes dados geoespaciais houve uma pequena redução da nota em comparação aos demais.

Entretanto, nenhuma delas confirmou utilizar equipamentos GPS de alta precisão (geodésico) para o mapeamento, o que mostra que haverá uma constante imprecisão de 1m ou mais na maior parte dos casos, sendo que em Budapeste esse procedimento está somente em estágio inicial.

O resultado sugere que a melhoria contínua da precisão dos objetos por meio de atualizações é mais comum que uma única medição de altíssima precisão em campo.

6.5.e. Estruturas de água e esgoto

Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário são formados por um conjunto de estruturas e equipamentos como pontos de captação, tubulações, hidrômetros, clientes, válvulas, bombas/estações de bombeamento, estações de tratamento, hidrantes, dentre tantos outros. CAMARGO (1997) diz a respeito das companhias de água e esgoto que *as partes integrantes de um Sistema Cadastral e a completeza das informações nele contidas determinarão a sua aplicabilidade, enquanto fonte de informações. Para fins de constituição de um Cadastro Técnico para sistemas de produção, distribuição de água tratada, coleta e tratamento de esgotos, são importantes dados sobre: Área geográfica da população atendida pelo Cadastro; População atendida; os sistemas produtores de água; os mananciais; os sistemas de distribuição de água tratada; os sistemas de coleta e destinação de esgotos e efluentes industriais, e; redes de drenagem de águas pluviais (p.15).*

Nesse caso, foi verificado para este requisito se os elementos constituintes desses sistemas estavam disponíveis como dados geoespaciais nos SIGs, sendo que foram elencados 18 desses para análise:

Abastecimento

- Mananciais
- Captações (superficiais ou poços)
- Aduadoras
- Estações de Tratamento de Água
- Estações Elevatórias de Água Bruta
- Estações Elevatórias de Água Tratada
- Tubulações/redes de abastecimento
- Reservatórios de Distribuição
- Válvulas
- Hidrantes
- Distritos de medição e controle - DMCs

Esgotamento

- Tubulações/redes de esgoto
- Estações elevatórias de esgoto
- Estações de tratamento de esgoto
- Ponto de lançamento de efluentes
- Distritos de esgotamento

Outros

- Clientes (hidrômetros)
- Escritórios/sedes operacionais

O requisito foi considerado direto para a pesquisa (peso 5), visto tratar de dados geoespaciais sobre as estruturas da própria companhia, considerados essenciais para a visualização, processamento, análise e tomada de decisões e que dão sentido às principais necessidades de informações geográficas. Os resultados podem ser observados na Tabela 47.

Os resultados apontam que as companhias já realizaram o mapeamento de basicamente todas as estruturas operadas, sendo que as lacunas ou ausência de dados se mostraram pontuais. As notas elevadas indicam que, as companhias ao adquirirem recursos e tecnologias para SIG, o mapeamento das estruturas próprias se mostra como uma das, ou senão, a principal tarefa, para dar base a análises mais complexas dos dados. Mesmo em equipes reduzidas a poucos funcionários, sobretudo no caso de Nairóbi, foi visto que o trabalho constante ao longo de anos viabilizou o mapeamento total das estruturas nas três.

Tabela 47: Resultado do requisito 5e – Estruturas de Água e Esgoto

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	As redes de água e esgoto e todas as estruturas correlatas (estações de tratamento, bombeamento, válvulas, etc.) estão em CAD e, gradativamente, sendo repassadas para o SIG (F9, F10). Todas as estruturas de abastecimento se encontram no SIG. No momento, os hidrantes ainda estão registrados somente em CAD (F10). A cidade inteira é demarcada por setores, quadras e lotes hídricos, bem como em bacias de esgotamento. Para esses últimos, apesar de haver mapas, ainda não estão no SIG (F10). No caso dos clientes, apesar deles estarem mapeados, alguns deles são marcados no sistema PRAX por mais de um logradouro (exemplo: quando se situam em esquinas ou condomínios de um quarteirão inteiro). Já é previsto para que o PRAX e o IGEO usem o mesmo código para identificação dos clientes para futura integração (F10). Para os clientes, pretende-se futuramente adquirir as coordenadas com alta precisão, de modo que sejam permanentemente fixas. Os logradouros podem mudar, emancipações municipais ocorrerem, mas as coordenadas muito raramente serão modificadas. As campanhas de cadastro comercial servem para atualizar essas informações, mas a dinâmica urbana muda a categoria na qual se enquadram devido a verticalizações, mudanças no uso e ocupação do solo, novas indústrias, etc (F9)	A respeito do abastecimento de água, as estruturas previstas no anúncio do requisito já foram incorporadas ao SIG, com exceção dos DMCs (N13). Para o esgotamento, as tubulações e estações de tratamento e elevatórias também estão mapeadas. Porém ainda não foram mapeados os distritos de esgotamento, onde se indica para qual ETE será direcionado o efluente de um cliente específico (N15). Os escritórios/unidades operacionais estão mapeadas. Quanto aos clientes, eles estão mapeados conforme atualização periódica do sistema MAJVOICE (N15).	A cidade já está dividida em zonas hídricas de distribuição e esgotamento e estão mapeadas no Bentley. As unidades operacionais (onde está toda a parte de manobra de pressão, bombeamento e reservatórios) estão mapeadas e é possível ter acesso a todas as plantas e perfis. Até mesmo as redes elétricas subterrâneas (da própria companhia) estão mapeadas (B1, B2, B11). Os hidrantes estão mapeados. A rede de água da cidade inteira está mapeada. A parte de esgoto está no sistema somente nas cidades onde eles atuam (B2). Sobre os hidrantes, não há como saber no SIG se eles são superficiais ou subterrâneos (B1). No processo de atualização, quando é feito um reparo ou alteração em uma estrutura, antes o dado era apagado ao ser atualizado, mas hoje em dia é possível consultar o histórico e observar dados que foram apagados ou alterados sobre os vetores, equipamentos, etc (B1, B2).
Nota	3,0	2,5	3,0

Conforme as informações de Nairóbi e Fortaleza, dentre os dados geoespaciais propostos no requisito, o mapeamento dos clientes se apresenta como o mais complexo devido à volatilidade dos imóveis, dos nomes das ruas e dos próprios clientes. Apesar de ambas terem confirmado haver hidrômetro para todos os clientes, sendo que Nairóbi inclui aqueles situados em favelas, foi notado que a atualização dessa camada de dados requer esforços maiores e foi a mais sujeita a imprecisões.

6.5.2. Resultado: Atributo Dados Geoespaciais

O resultado do atributo Dados Geoespaciais, composto por 5 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 48.

Tabela 48: Resultados para o atributo 5 – Dados Geoespaciais

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
5a	Metadados	5	0,0	0,0	1,5
5b	Software/Serviço	5	2,5	2,5	3,0
5c	Capacitação Geo	5	1,5	1,5	2,0
5d	Precisão geoespacial	5	2,0	1,5	2,0
5e	Estruturas de água e esgoto	5	3,0	2,5	3,0
Fator multiplicador			1,333%		
Resultado (%)			60,00	53,32	76,65

Os resultados do atributo 5 demonstram uma diminuição das notas frente aos 4 atributos anteriores, por tratar diretamente dos dados geoespaciais produzidos pela companhia. Entretanto, as diferenças geográficas, tecnológicas e de gestão entre elas foram mais expressivas no requisito 5.a.. A diferença de nota nos 4 requisitos anterior não foi maior que 1,0. Isso demonstra que esforços relevantes para o atributo já foram feitos em Nairóbi e Fortaleza, sobretudo nos requisitos 5.b e 5.c e, em Budapeste, há ainda pontos a serem melhorados.

Em Fortaleza e Nairóbi, as necessidades latentes do atributo apontam, principalmente, para melhorias na capacitação de equipes para além dos limites dos setores/departamentos de cadastro técnico e SIG e, para a geração de metadados. No caso, é recomendável que as companhias se dediquem especialmente à melhoria dos requisitos 5.a. e 5.c., visto não demandarem altos custos e tempo por parte das equipes para se aproximarem do atendimento pleno dos requisitos propostos.

Apesar de nenhuma das três ter apresentado dados geoespaciais de alta precisão, verificou-se que as equipes de campo são capazes de usar as plantas existentes para se situarem, o que não torna deste requisito uma prioridade imediata. Além, disso, este envolve o alto custo com aparelhos e repasse de conhecimento, o que demanda um planejamento mais detalhado e estudo de viabilidade econômica e técnica para o georreferenciamento de alta precisão.

6.6.a. Direitos do Usuário

Um sistema de informação é composto por diferentes perfis de usuários, ou seja, das pessoas que o acessam. Além disso, um sistema pode conter regras a respeito do uso de ferramentas, visualização edição e aquisição de dados, capacidade de se relacionar com outros usuários, e acesso (ou não) a quaisquer desses. As regras de acesso e manipulação do próprio sistema e seus respectivos dados e informações são estabelecidas pelo “Administrador de Sistema”, que pode estabelecer uma série de regras e de categorias de usuários para garantir que as demandas de cada um deles seja atendida e, ao mesmo tempo, restringir o acesso e poder de uso.

Um sistema pode ter um único ou vários administradores (ou sub-administradores, com direitos limitados) e uma infinidade de categorias de usuários. No mundo corporativo, essas categorias são criadas de forma a projetar a hierarquia de cargos e funções e ao mesmo tempo atribuir direitos para os usuários conforme as necessidades de trabalho do dia-a-dia.

No caso dos SIGs corporativos, é possível atribuir direitos de uso a uma gama de mesma proporção aos usuários. É possível configurar o poder de edição de cada um deles para camadas específicas, bem como visualização de dados restrita (por exemplo: somente abastecimento ou somente esgotamento), ou então por zonas hídricas, dentre muitas possibilidades.

É um requisito direto (peso 5), por tratar exclusivamente dos perfis de usuários para o SIG. No caso desse requisito, buscou-se verificar se a concepção de perfis e direitos atende da melhor forma a diversidade de usuários na companhia, concedendo permissão e possibilidades para todos eles de visualização, aquisição e edição de dados. Os resultados podem ser observados na Tabela 49.

Tabela 49: Resultado do requisito 6a – Direitos do Usuário

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	A plataforma IGEO está sendo utilizada por um grupo de colaboradores em diversas gerências da companhia em caráter de testes, onde os usuários podem visualizar, realizar o download e a edição dos dados, conforme as restrições de uso do usuário. O controle de acesso aos dados pode ser configurado em nível de grupos ou em nível de usuário do banco de dados (F9). O IGEO ainda não está pronto para ser liberada para todos os colaboradores que atuam na atualização cadastral das plantas. A plataforma só será disponibilizada para os demais colaboradores após a contratação da plataforma de geoprocessamento definitiva (F9).	Por enquanto a visualização é feita em outras áreas por meio do repasse de arquivos por um CD, em geral somente aos gerentes (N7, N13). Os computadores fora da área do SIG não podem baixar as camadas ainda. Quando adquirem os arquivos, eles costumam visualizar no ArcGIS ou no QGIS (N7). Há planos para descentralizar, mas sem previsão de quando (N13).	As equipes de campo geralmente têm acesso a um equipamento eletrônico onde está a plataforma MIR, com dados geoespaciais somente para visualização (B2, B6). Existem vários tipos de usuários para edição e isso pode ser configurado no sistema de acordo com suas necessidades. Os usuários podem importar todo o dado do CAD de um determinado retângulo que fizerem na tela do MIR (B2, B8). No caso das plantas das estruturas, a própria equipe de Produção de Água pode fazer isso como usuário com poder de edição. Há uma lógica sobre o que cada um deve fazer no sistema (B2).
Nota	3,0	0,5	3,0

Na CAGECE e na Fővárosi Vízművek os resultados demonstraram que as plataformas do SIG corporativo estão aptas a atender diversos perfis de usuários e incluíram no mínimo a possibilidade de haver três perfis: visualização, importação de arquivos e edição de dados. Em Budapeste, ressalta-se a complexidade de possibilidades de usuários para edição, o que vai além das expectativas deste requisito. Apesar de na CAGECE o processo ainda estar em fase de teste, foi-lhe atribuída a nota máxima por já ter previsto a necessidade de múltiplos perfis de usuários.

Em Nairóbi, pelo fato de ainda não haver um SIG corporativo, nota-se que o processo de troca de dados geoespaciais ocorre de maneira limitada por meio de repasse de CDs. Pelo fato da troca ocorrer e outras gerências possuírem acesso aos softwares que permitem a visualização, foi atribuída uma nota mínima.

6.6.b. Participação dos Funcionários

As tomadas de decisões e concepção de processos e fluxos de trabalho dentro de uma empresa passam frequentemente pelas diretorias e, pelo menos em parte, das gerências a serem diretamente afetadas. Entretanto, tais decisões afetam diretamente o cotidiano dos

funcionários envolvidos e, a depender da cultura organizacional, a participação deles pode ser altamente valorizada, ou mesmo negligenciada.

Segundo LEONARDI (2016), esse tipo de participação vem sendo fortalecido e transformado de acordo com fatores relacionados à crise do modo de produção industrial pós-fordistas, as quais estão mais direcionadas à racionalização de recursos, competitividade e exigências legislativas, a depender do local do mundo. Ele aponta que essa participação pode *fortalecer os interesses particulares e microcorporativos, prevenir conflitos e ainda auxiliar na superação de determinados conflitos existentes entre trabalho e capital* (p.211). Devido à complexidade do assunto, visto que a participação pode ocorrer de modo formal e informal, e heterogeneamente entre diferentes unidades e departamentos numa mesma corporação, GROEN et al. (2017) desenvolveram um método métrico para facilitar a compreensão do fenômeno, com um conjunto de perguntas feitas a funcionários e gerências a fim de definir o (des)equilíbrio com relação a direitos, influência, motivação profissional e salário, capacidade de realizar o próprio trabalho e processos de tomadas de decisão.

Neste requisito, buscou-se verificar de que forma os funcionários participaram (ou vêm participando) do processo de implantação do SIG corporativo ou de iniciativas complementares a essa, nas quais eles podem expressar suas ideias como definição de camadas, campos, dar indicação de dados geoespaciais externos de relevância, sugerir configurações e formas de acessos ao sistema, ferramentas especiais conforme tarefas, etc. Como se trata, exclusivamente, da participação para o projeto de SIG, este foi considerado um requisito direto (peso 5), cujas respostas se encontram na Tabela 50:

Tabela 50: Resultado do requisito 6b - Participação dos funcionários

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	No processo de concepção do IGEO, houve e vem ocorrendo a participação de dezenas de gerências e unidades de negócio da companhia. Foram levantados os quesitos necessários do sistema nas áreas, elencadas as prioridades (crítica, essencial e desejável) acompanhadas de justificativa (F9). Foram feitas diversas explicações aos interessados sobre o que um SIG é capaz de fazer para que entendessem as potencialidades. No final, as demandas foram avaliadas por uma equipe composta por funcionários da área de SIG, TI, Diretorias, dentre outros (F9).	No momento, não vem ocorrendo nenhuma discussão em âmbito corporativo no que tange a implementação de um SIG ou de levantamento a respeito de como tratar as informações geográficas (N13).	Existem muitas discussões sobre a parte de modelagem de dados e campos em base de dados. Entretanto, nem sempre as equipes conseguem pensar em atributos necessários, nem mesmo os gerentes, então o assunto acaba se reservando à equipe de TI, que resolve como deve ser feito (B8). Eventualmente, recorre-se a consultorias para resolverem estas questões (B8).
Nota	3,0	0,0	1,5

Fortaleza apresentou a melhor nota, visto que o assunto vem sendo amplamente tratado junto a outras equipes e gerências pela companhia e, além do levantamento de requisitos, a participação ainda se estendeu para o uso teste do IGEO conforme a avaliação do requisito anterior, o que indica a participação dos funcionários se tratar de um processo contínuo na gestão do SIG corporativo.

Em Budapeste, apesar do sistema Bentley ter sido implantado no início dos anos 1990 e pela ausência de funcionários dessa época próximos ao assunto para entrevistas, notou-se que houve recurso a várias equipes para o levantamento de requisitos que, porém, não tem tido sucesso por questões técnicas e comportamentais. No entanto, pelo esforço que vem sendo feito na participação das demais gerências e pela boa articulação entre a equipe de TI e consultores externos, pela ausência de reclamações claras quanto ao requisito por parte dos funcionários e o sistema apresentar boa robustez, e vem sendo utilizado há mais de 20 anos, foi concedida a nota média.

Em Nairóbi, o assunto está restrito exclusivamente à equipe de SIG, sem nenhum tipo de discussão em âmbito corporativo, o que demonstra o requisito sequer ter avançado de um estágio primitivo e ausência de esforços para este.

6.6.c. Edital / Termo de Referência

Uma vez que a decisão é tomada e o SIG passa a se tornar uma ferramenta acessível a funcionários situados em diversos departamentos e cidades, raramente a própria companhia de saneamento é munida de recursos de Tecnologia da Informação ou de conhecimento técnico de sua própria equipe para que todo o processo de implantação ocorra de modo independente. Nesse sentido, torna-se frequentemente necessário, ao menos em um momento, solicitar suporte de empresas externas e consultorias para a implantação ou manutenção do sistema SIG.

Para a ocasião, é fundamental elaborar um Termo de Referência, com definição e especificação das demandas da companhia para o serviço, informando-se a respeito das tarefas a serem realizadas, o perfil dos profissionais necessários, as demandas a serem supridas, o mapeamento das principais dificuldades enfrentadas pela companhia na implantação do SIG, capacitação das equipes, prazos e limitações, especificações técnicas e de preço, etc. Ainda, deve ser contabilizada a oferta inicial da proposta, para que as potenciais empresas capazes de atender ao Termo de Referência negociem com a companhia.

Em geral esses Termos de Referência possuem ampla divulgação na sociedade, por meio de editais e chamadas públicas, de forma a atrair a maior quantidade possível de empresas e, por meio da competitividade entre elas, eventualmente almejar menores custos.

Nesse sentido, o requisito se aprofunda nas ações e planejamento feito pela companhia no intuito de elaborar um edital que atenda (ou tenha atendido) às principais demandas relacionadas à elaboração do SIG e assuntos correlatos à gestão corporativa de informações geográficas, o que faz do requisito ser direto (peso 5), sendo suas respostas apresentadas na Tabela 51.

Tabela 51: Resultado do requisito 6c – Edital / Termo de Referência

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Para a elaboração do Termo de Referência, foi feito um levantamento com outras companhias de água e esgoto brasileiras para entender como foi implementado o sistema, quais problemas ocorreram, o que deu certo, etc. Houve conversas com gestores de SIG em companhias no Paraná (SANEPAR), São Paulo (SABESP), Bahia (EMBASA) e Pernambuco (COMPESA) (F9); O Termo de Referência para digitalização dos dados está sendo elaborado, mas pensa-se em realizar toda a digitalização na própria CAGECE por meio de estagiários, funcionários terceirizados ou bolsistas, em convênio com a Universidade Estadual do Ceará (UECE) ou o CIEE (F9). Quanto ao TR do software e plataforma para o IGEO, o processo ainda está em estudo (F9).	No exemplo mais recente do TR sobre modelagem hidráulica e controle de perdas, estava estimada uma modelagem em grande escala. No entanto, houve problemas com o TR visto que, para que o serviço fosse realizado, seria necessário à NCWSC fornecer dados para a contratada e, quando isso foi feito, o SIG apresentava muitas falhas, como hidrômetros não conectados às redes e ausência dos ramais) o que inviabilizou o processo (N13). O TR foi discutido em hierarquias maiores sem que houvesse diálogo próximo com os funcionários do SIG (N13).	O Sistema Bentley foi instalado no início dos anos 1990 e nenhum dos entrevistados trabalhava na companhia nessa época (B8). Atualmente, os Termos de Referência são muito simples e pontuais no que tange o SIG. No caso, não é feita chamada pública e os consultores capazes de resolver o problema são contatados diretamente (B8).
Nota	2,0	0,5	3,0

Em Fortaleza, a equipe técnica mostrou cautela, profundidade, rigor e planejamento antes da finalização do TR, com apoio e consulta a colegas do setor em outros estados e acompanhando-se de perto a elaboração de dados geoespaciais dentro da companhia para levantamento de quesitos e necessidades. No entanto, como ainda não foi feita a publicação do TR e não é possível, no momento, avaliar a qualidade deste e nem mesmo do serviço que será prestado baseado nele, a nota foi concedida em base a critérios satisfatórios dessa etapa prévia à publicação.

Em Nairóbi, viu-se o esforço em elaborar um TR para um projeto que demandaria alta quantidade de dados geoespaciais que não se tornou uma chamada pública por falta de

articulação das equipes internas e diretorias. Entretanto, com o reconhecimento do erro antes que o mesmo ocorresse, entende-se que essa experiência prévia dará suporte em ações melhores planejadas em TR semelhantes e, inclusive, para um futuro TR referente ao SIG corporativo, o que indica um esforço mínimo em atender ao requisito.

No caso de Budapeste, apesar da ausência de informações a respeito do processo de implantação, notou-se que o fluxo de trabalho atualmente quanto à elaboração de TRs e contratação de serviços ocorre de forma simples e veloz. Ainda, pelo fato da companhia utilizar o mesmo sistema desde o início dos anos 1990, entendeu-se que não ocorreram problemas de grande escala que demandassem mudanças abruptas no projeto SIG. Considerando os dois argumentos, foi atribuída a nota máxima.

6.6.d. Avaliação Financeira

A Avaliação Financeira consiste num pré-julgamento ou num levantamento conjunto de bens e serviços necessários para a implantação de um SIG Corporativo. Junto a esta, também se agregam conceitos com o Retorno de Investimento, que trata de uma modelagem ou estimativa a respeito do período necessário para que todo o investimento realizado num determinado bem (imóvel, ações, máquinas, sistemas de informação, etc.) ou negócio (abertura de empresa, cursos para capacitação, organização de eventos, etc.), retorne ao investidor, considerando-se todos os riscos que podem ocorrer no período. No caso, este requisito trata não da precisão financeira dessa estimativa, porém do reconhecimento dos funcionários e, principalmente das diretorias, a respeito dos benefícios em se investir no SIG e informações geográficas. Atualmente centenas de companhias de água e esgoto pelo mundo já possuem SIGs bem estruturados, sobretudo quando atendem a grandes cidades, o que vem confirmando cada vez mais a validade e retorno desse investimento.

JOFFE (2015) criou uma metodologia para orientar corporações no planejamento do SIG baseado em conceitos de ROI, o qual dividiu em seis categorias e relacionados aos seguintes custos: Inicialização ; Desenvolvimento do aplicativo; Desenvolvimento dos dados; Redes, equipamentos e softwares; Instalação, teste e treinamento, e; Operação em andamento. Para cada uma delas, recursos como aquisição e criação de dados, hora trabalhada por profissional, planejamento das ações e acompanhamento do cronograma, tempo, dentre outras, podem ser esquematizadas aos seus respectivos custos e serem periodicamente acompanhadas a partir do início da operação no intuito de controlar os benefícios adquiridos.

Um exemplo de investimento em SIG para abastecimento de água ocorreu no Kansas (EUA) em 2014, quando o governo estadual propôs por meio do *Kansas Water Plan Fund* um Programa para que as companhias mapeassem suas bases por meio de doação de US\$ 4.000,00 ou de 50% do custo total para tal, obrigando às que aderissem de mapear no mínimo 70% das tubulações.

O requisito é direto (peso 5), por tratar exclusivamente da avaliação financeira do SIG por parte das equipes técnicas e das diretorias, bem como o reconhecimento delas sobre o retorno que será obtido frente a estes investimentos. Os resultados deste podem ser observados na Tabela 52.

Tabela 52: Resultado do requisito 6d – Avaliação Financeira

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Uma vez que foi feito o piloto do Comercial sobre uma pequena área da MTL, ele acabou sendo visto com bons olhos e se tornou o projeto de Prioridade 1 para quando a CAGECE voltar à estabilidade financeira por demonstrar excelente ROI (F9). De acordo com as modelagens feitas de atualização da Gerência de Fatura (GEFAR), prevê-se aumento de 2% na fatura, mas o aumento poderá ser ainda maior(F9). O projeto estava em discussão na CAGECE há 15 anos mas devido a muitas ofertas e planejamento, mas nunca fora executado porque sempre havia "poréns" de natureza diferente e ninguém que liderasse o projeto. Hoje até mesmo o presidente reconhece a importância do projeto e outros diretores também (F9).	A diretoria ainda não tem muita clareza sobre a importância dos investimentos na área de SIG e informações geográficas (N13). No planejamento orçamentário de 2018-2019, foram previstos os seguintes gastos relacionados a SIG e dados geoespaciais: melhoria na área de SIG (dados e equipes) para redução de perdas de água; mapear todos os hidrômetros e clientes, e; adquirir equipamentos de precisão (planejamento orçamentário de 2017)	Desde o início dos anos 1990 a companhia desejou o sistema e já se sabia que este seria proveitoso e benéfico (B8). Apesar de atualmente haver dúvidas entre continuar com o sistema Bentley ou trocar para um SIG definitivamente, o fato não é visto como prioridade tendo em vista que o atual atende à maior parte das demandas da empresa (B8).
Nota	3,0	1,0	3,0

Em Fortaleza e Budapeste, os funcionários e diretorias se mostraram bastante esclarecidas. Na primeira, pelo fato do SIG corporativo (IGEO) estar em fase de implantação, é notável a atenção e expectativas que este recebe por parte de todos os interessados na companhia, o que contribui para atuais e futuros investimentos uma vez comprovada a sua utilidade. Na segunda, viu-se o pioneirismo da companhia em investir no sistema e a continuidade de sua gestão ao longo de décadas atendendo às principais demandas dos funcionários.

Em Nairóbi, apesar de ainda ser pouco clara na escala corporativa a importância do SIG, já existe a consciência da necessidade de se investir para se atender a algumas das metas da companhia, como melhorias no controle do faturamento e no combate às perdas no abastecimento, o que indica o requisito estar em fase de amadurecimento.

6.6.2. Resultado: Atributo Sistema de Informações Geográficas

O resultado do atributo Sistema de Informações Geográficas composto por 4 requisitos analisados e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 53.

Tabela 53: Resultados para o atributo 6 – Sistema de Informações Geográficas

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
6a	Direitos do usuário	5	3,0	0,5	3,0
6b	Participação dos Funcionários	5	3,0	0,0	1,5
6c	Edital / Termo de Referência	5	2,0	0,5	3,0
6d	Avaliação Financeira	5	3,0	1,0	3,0
Fator multiplicador			1,66%		
Resultado (%)			91,63	16,66	87,15

Apesar da CAGECE ainda não ter efetivamente implantado o IGEO (fase de teste), ela apresentou ótima avaliação devido à ampla participação, divulgação e cooperação das partes interessadas em todas as etapas de planejamento e concepção até o momento. A FV teve boas notas também, tendo em vista o histórico de longa data do sistema e a possibilidade de ter periodicamente melhorado seu desempenho, sendo que a única pendência identificada foi a necessidade de melhorias na articulação para decisões conjuntas na escala corporativa.

Em Nairóbi, foi concebido em 2007 o projeto de SIG corporativo, que envolvia a contratação de um consultor da Buddhai Associates (Índia) e previa duas etapas: digitalizar as plantas (serviço realizado pela empresa Geomaps) e a criação de um sistema, porém este segundo não teve andamento. No entanto, como até o momento o sistema não existe e as tratativas para que seja implantado são ínfimas na companhia. O primeiro passo nessa direção seria uma ampliação do diálogo horizontal (entre equipes) e vertical (hierarquias) para uma tomada de decisão conjunta para se ter um sistema, ou então, de melhorar a articulação interna de uso e troca de dados geoespaciais.

6.7.a. Alternativas Locacionais

A tomada de decisão a respeito da instalação de uma estrutura de água e esgoto requer profunda análise sobre o local ideal, considerando-se critérios técnicos (eficiência energética, pressurização, dimensões das estruturas, estabilidade geológica), econômicos (custo do terreno e dos equipamentos, adequações do terreno, mobilização de equipes e materiais de construção), ambientais (supressão de vegetação, impactos nos recursos hídricos, atendimento à legislação), dentre outros já discutidos nesta tese.

As informações geográficas podem ser de grande valia nesta etapa quando é ampla a gama de alternativas, servindo de base para o estudo locacional de quaisquer estruturas. NESBIT et al. (2012) utilizaram 6 camadas de informações geográficas para a concepção de um sistema de reuso de efluentes industriais em um distrito de Vancouver (Canadá). Em Havana (Cuba), CRUZ & ÑUNES (2012) realizaram uma análise espacial para mapear os riscos envolvidos na instalação de um tanque de cloro para garantir a potabilidade no abastecimento de água. Em Campina Grande (Paraíba, Brasil), CORDÃO et Al (2013) conceberam uma proposta metodológica para estudo locacional para um novo reservatório de abastecimento, com base em 7 camadas de informações geográficas.

O requisito foi considerado direto (peso 5) por tratar especificamente do uso de informações geográficas para suporte às alternativas locacionais das estruturas e de que forma elas são empregadas na companhia nas tomadas de decisão. As repostas do requisito se encontram na Tabela 54.

Na CAGECE, para projetos de maior magnitude ou complexidade, foi visto que no GEPED são feitas análises espaciais que reúnem diversas variáveis geoespaciais. Porém, não foi visto na pesquisa que outras gerências na companhia possuem essa capacidade, o que torna a atividade limitada em âmbito corporativo.

Em Nairóbi, não foram observados usos em grande escala de dados geoespaciais nessas tomadas de decisão. No entanto, viu-se que a companhia é capaz de obter dados em campo quando necessário ou com o auxílio de outros órgãos do governo. E, no caso de Budapeste, talvez por questões institucionais, a companhia acaba por não se responsabilizar pela escolha da alternativa, porém será responsável pela sua operação. Apesar disso, a companhia se mostrou capaz de prover informações para subsidiar tais decisões feitas por

terceiros.

Tabela 54: Resultado do requisito 7a – Alternativas Locacionais

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Na Gerência de Pesquisa de Desenvolvimento (GEPED), há um funcionário que periodicamente realiza análises espaciais para alternativas locacionais, sendo que nos últimos tempos foi feita para 2 duas estações de tratamento de esgoto e, também, para concepção de um sistema de reuso de efluentes e instalação de uma planta de dessalinização. No caso, utilizam-se camadas de dados internas e externas (F16). Na área de Engenharia, há um funcionário responsável por tais estudos no interior do estado do Ceará (F16)..	Houve um caso recentemente, para o estudo da Estação de Tratamento de Água de Kegoro. Foi feito um estudo baseado em áreas públicas disponíveis para que não houvesse custos com a apropriação de terrenos e um estudo com Modelo Digital de Elevação (MDE) e levantamento em campo da topografia com equipamento total station para que a adução corresse por gravidade. No caso deste, as adutoras em geral seguem os mesmos caminhos das ruas para facilitar a manutenção diminuir custos (N1).	Para novas estruturas, os dados geoespaciais são repassados para a Prefeitura de Budapeste ou para outras prefeituras e empreendedores de cunho local, de modo que eles são os responsáveis pela tomada de decisão da alternativa locacional (B2, B3). No caso de relocação de estruturas existentes, como no caso de alterações no viário ou nos loteamentos e edificações, a própria companhia faz esse serviço, com base na plataforma MIR, de visualização do SIG (B14).
Nota	2,0	1,5	2,0

6.7.b. Análise Ambiental

As análises ambientais vêm sendo empregadas desde a criação do SIG. Trata-se de unir um conjunto de informações a respeito do ambiente (geologia, solo, hidrografia, hidrogeologia, vegetação, fauna, comunidades, áreas urbanizadas, uso e ocupação do solo, etc.) e utilizar-se de ferramentas de análise espacial a fim de definir padrões e correlações entre elementos e fenômenos. No caso dos serviços de água e esgoto, algumas das informações ambientais relevantes são as seguintes: registro das coordenadas geográficas dos pontos de coleta de amostras de água bruta e água potável; mapeamento e modelagem de poluição, contaminantes e impactos ambientais; controle do licenciamento ambiental e demais documentações ambientais; suporte ambiental na análise de estudos locacionais e de impacto ambiental; monitoramento da fauna e flora aquáticas, etc.

SILVA et Al (2017), demonstraram que é possível integrar um SIG a um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em uma companhia de água e esgoto. Por meio da codificação homogênea dos registros nos dois sistemas, as informações ambientais das estruturas como licenças ambientais vigentes, prazos, acidentes de cunho ambiental, monitoramento de

vandalismos, dentre outras, podem se tornar visualizáveis sobre o SIG. No que tange o monitoramento de água potável nas redes de abastecimento, MONTROYA et al. (2009) desenvolveram um método para priorização dos pontos de amostragem na cidade de Cali (Colômbia), com base em camadas de SIG com informações sobre uso e ocupação do solo, hidráulica (sistemas de distribuição, histórico de vazamentos, distância de reservatórios, pressão, etc.) e do histórico de qualidade da água.

Este é um requisito direto (peso 5) por tratar de informações geográficas internas e externas da companhia que tenham relevância ambiental e de qual forma e complexidade elas vêm sendo incorporadas e aplicadas em diferentes setores, especialmente quanto aos profissionais dos setores de Gestão Ambiental ou diretamente ligados a este assunto. Os resultados podem ser vistos na Tabela 55.

Nos três casos, foi notável o fato de que as informações de relevância ambiental vêm sendo elaboradas e analisadas ainda fora do SIG corporativo, por se tratarem de questões específicas a uma ou outra equipe, como nos casos daquelas responsáveis por análises laboratoriais e gestão ambiental.

Ainda, em Fortaleza e Budapeste viu-se que apesar de serem coletadas amostras nas redes de abastecimento, as mesmas acabam não sendo mapeadas ou ainda não constam no SIG, o que pode se justificar pela falta de comunicação e troca de conhecimento entre as equipes de SIG e a dos laboratórios. Uma vez que estes pontos sejam mapeados, é possível realizar outras análises espaciais com base nos resultados laboratoriais e, ainda, identificar pontos mais relevantes para as amostragens.

Quanto aos estudos de avaliação ambiental de empreendimentos, viu-se em Fortaleza e Budapeste a ênfase na demarcação de áreas de proteção ambiental ou áreas especiais. Trata-se de um cruzamento bastante simples de dados geoespaciais (intersecções), porém, a segunda obteve nota maior pelo fato de ser munida de análises espaciais de complexidade maior (exemplos: hidrogeologia, modelagens de contaminação, proteção de mananciais) providas pelo próprio governo húngaro.

Tabela 55: Resultado do requisito 7b – Análise Ambiental

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Hoje as Licenças Ambientais de Operação são monitoradas através de planilhas de cálculo, porém está em implantação um Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental que fará todo o monitoramento e alerta de prazos para os analistas ambientais sobre as condicionantes a serem cumpridas e datas de renovações das licenças (F17). A equipe de Gestão Ambiental usa arquivos shapefile no software QGIS, onde também são identificadas áreas de proteção ambiental, Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Quilombolas, dentre outras existentes na área de interesse do licenciamento (F17). Para o monitoramento da água no abastecimento, em 2016 foram escolhidos 200 pontos aleatoriamente pela RMF para amostragem. Para essas, somente os endereços foram registrados, mas não foram mapeados até o momento (F9). Estão previstos para o IGEO a disponibilidade de camadas de interesse ambiental como áreas especiais, geologia, pedologia, dentre outros, conforme demanda das equipes (F9).	A companhia vêm fazendo estudos de Avaliação de Impacto Socioambiental para as redes coletoras de esgoto em Riruta e Kawangware, os quais foram submetidos à <i>National Environment Management Authority</i> (NEMA) para análise. Entretanto, no que tange informações geográficas, o estudo apresenta somente croquis de localização do empreendimento (N1). Quanto à equipe de projetos de esgotamento sanitário, ela vem consultando informações do SIG para conferir o diâmetro da rede e disseram está aguardando a TI para poder acessar o SIG. Saber os outros atributos também é importante e, ainda, foi complementada a necessidade de saber o tipo de solo para a escolha de tecnologias adequadas de perfuração e manutenção (N1). Para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental da ETA Kigoru, desenvolvido pela NCWSC junto à Athi Water, foram apresentados mapas com os pontos amostrais de análises ambientais (fauna, flora, ecologia), geologia, hidrografia, áreas de proteção ambiental, pontos de medição de ruído. Além desse, foram apresentadas plantas de localização das estruturas e perfis de terreno.	Para todas as amostragens de qualidade da água feita (desde os poços de captação até a torneira das pessoas), são feitas amostragens e anotados os endereços e as coordenadas referentes ao local (B4). Os dados do SIG do ArcGIS são da própria equipe de Gestão Ambiental e não estão presentes no Bentley (B5). No caso das áreas de proteção ambiental, é feito um levantamento de quaisquer alterações que tenham ocorrido e uma vez por ano atualiza-se tudo e um arquivo é encaminhado à equipe de Cadastro Técnico/SIG para fazer a atualização no MIR, sendo que em certos casos empresas terceirizadas fazem esse serviço de atualização (B5). No Laboratory Information System - LIS com dados sobre amostragem de qualidade da água, é possível fazer uma filtragem por endereços, mas não exatamente por zonas. Apesar das coordenadas terem sido anotadas em campo, elas não podem ser obtidas no LIS (B4). Muitos dos dados geoespaciais e análises espaciais são recebidos por meio de contrato de serviço feito pelo Governo da Hungria a respeito de todas as questões ambientais referentes à gestão hídrica, hidrogeológica, de concentração e dispersão de poluentes do ar água e solo, dentre outros. Os resultados são entregues gratuitamente à companhia e a outras empresas públicas, em formato .dxf georreferenciado (B5). Às vezes são feitos na companhia mapas temáticos com base nesses dados, mais com objetivo ilustrativo e análise simples de dados. Ainda, é utilizado o software Surfer, de modelagem subterrânea de escoamento de água, do qual usados arquivos .dxf e as camadas são repassadas para o ArcGIS para a elaboração de mapas piezométricos (B5).
Nota	1,5	1,0	2,0

6.7.c. Atendimento ao Cliente

Os serviços de atendimento ao cliente em uma companhia consistem em toda a equipe e canais disponíveis para que a população possa se manifestar e respeito de ocorrências, dúvidas, queixas, críticas, sugestões de cunho operacional (vazamentos, odores, alterações de pressão, falta de prestação de serviço, etc.) e institucional (comportamento de funcionários, denúncias, negociação de dívidas, etc.). No caso de companhias de dimensões metropolitanas, é comum elas contarem com um sistema de informação e uma área central de atendimento, cujas ações podem estar espalhadas por meio de agências, e proverem os mais diversos canais de comunicação como telefone, fax, e-mail, etc.

Dependendo da forma como a gestão desse atendimento é realizada, pode-se por meio dela obter informações valiosas para que a própria companhia defina diretrizes para melhoria de suas ações operacionais e administrativas. Na Coréia do Sul, HAN et al. (2015) realizaram uma pesquisa em 7 áreas metropolitanas com os clientes atendidos por companhias de água e esgoto por meio de um questionário com perguntas relacionadas a satisfação com: a qualidade da água fornecida; custos dos serviços; reclamações no último período; experiências com os canais de atendimento ao cliente, e; expectativas de melhoria dos serviços.

As ferramentas de geoprocessamento e análises espaciais também podem ser empregadas para este fim. RAMADANI et al. (2018) comentam que o *Geomarketing* pode ser entendido como *a integração de inteligência geográfica em vários aspectos de marketing e o uso de parâmetros geográficos em métodos de pesquisa (amostragem, coleta de dados, análises e apresentações) (...) envolve um olhar próximo para uma área específica para o reconhecimento de padrões ou características para incorporar conclusões no desenho e implementação de atividades de marketing e campanhas* (p.99). Dessa forma, vê-se que a aplicação também é cabível nas companhias de água e esgoto, visto elas deterem informações georreferenciáveis sobre seus clientes.

Trata-se de um requisito direto (peso 5) por tratar de ações de georreferenciamento e análises espaciais dos clientes, de modo a dar subsídio em tomadas de decisão e no planejamento de ações com vistas a melhorar as relações da companhia com a população. Os resultados podem ser observados na Tabela 56, a seguir.

Tabela 56: Resultado do requisito 7c – Atendimento ao Cliente

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Todos os clientes estão endereçados no sistema. Quando necessário, há referências da localidade e eles estão cadastrados conforme a Unidade de Negócio das quais fazem parte. O mesmo vale para todas as ordens de serviço (OSs) registradas no PRAX (F9). No entanto, nunca foram feitas análises espaciais a respeito de perfis e comportamento dos clientes por meio das tecnologias geo (F9).	Apesar de todos os clientes serem cadastrados, o departamento de atendimento ao cliente (customer care) tem trabalhado com ações focando principalmente a regularização e melhoria nos índices de inadimplência (N8). Quanto aos dados geoespaciais, são realizadas somente operações extremamente simples, como consultas ao GoogleMaps e geotags (N15).	Todos os clientes estão cadastrados no SIG (B1, B2). Para todas as demandas do atendimento ao cliente, é registrado o endereço e, por meio deste, é possível obter a localização georreferenciada no SIG (B9, B10). No entanto, nunca foram feitas análises espaciais a respeito de perfis e comportamento dos clientes por meio das tecnologias geo (B8, B10).
Nota	1,0	1,0	1,0

Nenhuma das três companhias mostrou claramente ter realizado qualquer tipo de análise espacial específica para seus clientes ou de qualquer atributo que remetesse diretamente a eles. No caso, pelo fato das três companhias deterem dados georreferenciados (ou georreferenciáveis, como os endereços) a respeito da localização dos clientes e das ordens de serviço, considerou-se que elas detêm matéria prima para eventuais análises. Entende-se, ainda, que não deve ocorrer troca de conhecimento entre as equipes de SIG e de atendimento ao cliente, de modo a potencializar as análises espaciais para o assunto.

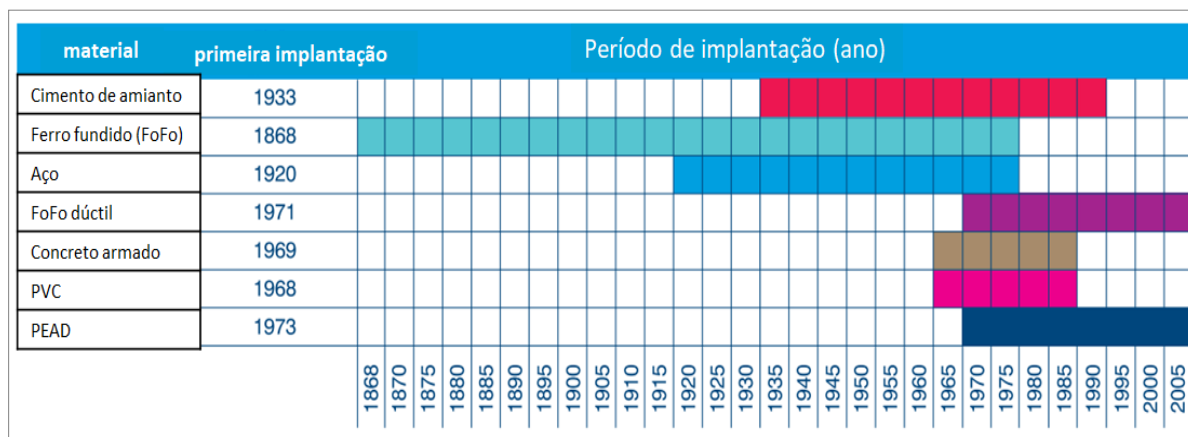
6.7.d. Atributos das redes

O traçado vetorial das redes pode ser o suficiente para o conhecimento de sua localização. Entretanto, para análises mais aprofundadas, somente esses dados pode não ser o suficiente para que seja feito o reconhecimento de padrões de não-conformidades e o planejamento de trocas, reparos, vistorias e capacidade de longo prazo dessas em atender as áreas onde se situam, pois fatores como verticalização e crescimento populacional podem demandar redes de resistência e/ou largura diferentes das atuais. SHAMSI (2005) cita o projeto de SIG na cidade de Ramsey (Nova Jersey, EUA), no qual foi definido que as tubulações deveriam conter os seguintes campos: material; diâmetro; data dos reparos, e; tipos de reparos.

Em Budapeste, uma pesquisa feita pela *Fővárosi Vízművek* conferiu que diferentes

materiais foram empregados na constituição das tubulações entre 1868 e 2005, de acordo com disponibilidade de orçamento e decisões do governo e da gestão nas épocas, conforme a Figura 43.

Figura 43: Constituição dos materiais da rede de abastecimento de Budapeste



O requisito foi considerado direto (peso 5), por ter fundamental importância para as equipes de manutenção, operação e planejamento de redes e, ainda, por contribuírem na medição de capacidade de simulações hidráulicas e de pressão. Os resultados se encontram na Tabela 57.

Tabela 57: Resultado do requisito 7d – Atributos das redes

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	(1) Dado disponível para as redes (F9) (2) No momento, seria possível cadastrar os materiais das redes conforme as Ordens de Serviço que foram realizadas sobre elas (F10). (3) dado indisponível (F10). (4) Para o IGEO, será identificada a profundidade dos nós, mas não para toda a rede. Em média, sabe-se que a profundidade é de 1m para toda a cidade, seja água ou esgoto (F9).	(1, 2) Dados disponíveis para toda a rede de água e de esgoto (N7). (3, 4) dados indisponíveis (N7).	(1,2) Dados disponíveis para toda a rede de água e esgoto (B1, B2). (3) Disponível para a maioria dos trechos (B2). (4) Dado disponível, porém não para todos os trechos do tubo, pois, para um mesmo, podem ter tido várias intervenções. Mesmo assim, pode-se usar o trecho vizinho como referência (B1).
Nota	1,0	1,5	2,5

Os resultados apontam que, por unanimidade, o diâmetro é o principal atributo constante no SIG, seguido do material. Isso se justifica pela maior facilidade em campo de se obter ambos, porém, no caso da profundidade, que também poderia ser obtida em campo, essa

acabou não sendo contemplada em Fortaleza e Nairóbi. Ressalta-se que não há previsão em Nairóbi de que sejam inseridos no sistema o ano de implantação e profundidade. A CAGECE apresentou algumas dificuldades em atender esse requisito e, junto a isso, há previsões de que o IGEO proveja mais dados a respeito das tubulações.

Em Budapeste, não só consta a maioria desses dados, como o próprio SIG tem regras para obrigar usuários com poder de edição que eles sejam informados ao sistema. A visita e a consultar ao sistema, mostraram que os dados são consistentes e amplamente acessíveis, porém pelo fato dos dados de profundidade e de ano de implantação não estarem plenos, não foi alcançada a nota máxima.

6.7.e. Perdas Hídricas

O controle de perdas reais (vazamentos) e perdas aparentes (conexões clandestinas, falhas de leitura dos hidrômetros, etc.) são um dos maiores desafios enfrentados pelas companhias de abastecimento de água pelo mundo. O cálculo trata da diferença, em ordem percentual, entre toda a água que foi captada do manancial e a água que foi contabilizada por todos os hidrômetros da companhia.

Enquanto que em muitas cidades, principalmente em países mais desenvolvidos, os índices podem chegar a até 6% de perdas, em outras cidades majoritariamente de áreas pobres do mundo, o índice pode superar 50%. Ainda, a situação pode se tornar ainda mais grave em locais de escassez de água onde grande volume de água que poderia ser aproveitado para abastecer a população é desperdiçado com vazamentos e por falhas operacionais das companhias.

No caso, o requisito é direto (peso 5) por analisar simultaneamente a disponibilidade e uso de informações geográficas para ações que consistem no combate às perdas, como celeridade na manutenção e detecção de vazamentos, bem como as análises espaciais de tendência e frequência, conforme localizações e características das tubulações. Os resultados estão presentes na Tabela 58.

Tabela 58: Resultado do requisito 7e – Perdas Hídricas

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	No caso da UN Metropolitana Leste, os vazamentos são constantemente mapeados (F3).	No setor do SIG existe um grande esboço entre as unidades regionais metropolitanas para a diminuição de perdas, mas nada ainda que esteja formalizado (N11).	No relatório de sustentabilidade é dito que as perdas no geral são de 16%.
	Enquanto que em épocas com boa provisão de água o tempo para reparo pode ser de 24h, no caso de escassez de água busca-se resolvê-los em 12h (F3).	Na companhia já existe uma equipe específica para conceber todo o plano de controle de perdas. Porém, no momento a equipe unicamente está concebendo ações e projetos para tal, sem execuções em campo (N11).	A cidade já está dividida em DMCs, cerca de 100 deles (B11).
	Muitas das perdas estão associadas a conexões clandestinas gatos e não necessariamente a vazamentos, constituindo-se em perdas aparentes e não reais (F15).	Os DMCs da cidade já foram tracejados, porém ainda não foi implantada em campo (N13).	Há um setor específico na companhia de controle de perdas, dividido em 3 grupos de 4 profissionais cada, que conduzem os carros instrumentados (acústica para detectar tubulação, parar trânsito, computador, pitômetros,) para o controle de perdas, mais dois pares de investigadores que costumam usar o GoogleMaps para ver endereços e avaliar os danos na rede e equipamentos, materiais e profissionais necessários pra resolver o problema. Fazem abertura e fechamento de válvulas, medições de pressão conforme os DMCs, as quais estão mapeadas no sistema MIR e usam constantemente para verificação espacial, percursos das tubulações, etc (B6).
	Já existe um controle de vazão por Distritos de Medição e Controle (DMCs), geograficamente demarcados de toda a área metropolitana (F6).		As equipes tem devices que se conectam ao MIR para localizar estruturas em campo (B6).
As sondas de medição de pressão mandam esses dados automaticamente para o SCADA (B6, B11).			
Por ano são analisadas minuciosamente cerca de 500km de rede (qualquer micro vazamento), principalmente em redes construídas nas décadas de 70 e 80 por serem de qualidade inferior (B2, B6).			
Numa planilha de cálculos eles controlam as áreas e trechos que precisam novamente de visitas, em curto ou longo prazo. Quando eles detectam um vazamento, eles dizem o endereço à equipe de manutenção e pintam o asfalto/calçada para mostrar o ponto onde está ocorrendo. No caso é a equipe de manutenção que anota o endereço (ou coordenadas) e insere no sistema Mirtusz (B6).			
Em até 36 horas, consegue-se resolver quase tudo, com exceção dos grandes danos, os quais podem levar até 8 dias (B6).			
Nota	1,5	0,5	3,0

Em Fortaleza, a nota foi atribuída em decorrência de já ter obtido avanços com a divisão por DMCs e com o mapeamento dos vazamentos, que vêm dando suporte para as ações de UNMTL e, atualmente, para mais unidades de negócios. No entanto, a nota foi diminuída pelo fato das perdas na área metropolitana continuarem altas, superando os 30% e,

viu-se que esforços maiores são necessários para a redução de perdas, sejam as perdas reais, ou as aparentes como citado no caso das conexões clandestinas.

Em Nairóbi, o esforço feito até o momento de demarcar os Distritos de Medição e Controle - DMCs já mostram um primeiro passo da companhia no uso de informações geográficas para o controle de perdas, mas ainda insuficiente pelo momento para trazer resultados reais.

Em Budapeste, as ações de controle de perdas têm tido êxito e o índice de perdas tem-se mantido estável com 16%. O SIG corporativo contribui para a localização das redes e contém o histórico de manutenções e materiais, sendo que esses dados subsidiam ações planejadas para o controle de perdas (por exemplo, conforme material dos tubos).

6.7.2. Resultado: Atributo Análise Espacial Simples

O resultado do atributo Análise Espacial Simples, o qual é composto por 5 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas, está apresentado na Tabela 59.

Tabela 59: Resultados para o atributo 7 - Análise Espacial Simples

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
7a	Alternativa Locacional	5	2,0	1,5	2,0
7b	Análise Ambiental	5	1,5	1,0	3,0
7c	Atendimento ao Cliente	5	1,0	1,0	1,0
7d	Atributos das Redes	5	1,0	1,5	2,5
7e	Perdas Hídricas	5	1,5	0,5	3,0
Fator multiplicador			1,33%		
Resultado (%)			46,55	36,57	76,47

Os resultados indicam que, apesar de haver disponibilidade de dados geoespaciais em suficiência e qualidade nas três companhias, raras são as ocasiões em que são feitas análises cruzando-se dados de camadas diferentes e interações entre diferentes campos. Nesse caso, entende-se que os dados têm ainda caráter de visualização e consulta e que análises espaciais poderiam ser empregadas com maior frequência.

De toda forma, o requisito Atendimento ao Cliente foi o de menor nota nas três, o que indica uma ausência de iniciativas corporativas que analisem em âmbito espacial esse

assunto, abrindo-se possibilidades de ampliação do uso de informações geográficas nessa frente e, em menor proporção, as equipes de meio ambiente.

Nos demais casos, viu-se uma proporcional ascendência de notas entre as companhias conforme cidades/países onde elas se situam e melhorias do contexto socioeconômico, com destaque novamente à FV que, por ter um SIG corporativo mais amadurecido, atendeu com nota máxima somente 2 dos 5 requisitos, abrindo uma janela para novas oportunidades de uso dos dados existentes.

6.8.a. Geocodificação

A geocodificação se trata de um processo em que, por meio da inserção de um dado alfanumérico numa consulta a um banco de dados geoespaciais vetorizado, é criado um ponto com as coordenadas geográficas referentes (ou próximas) a um determinado local. Atualmente, a geocodificação tem sido usada principalmente para endereço com seus detalhes (rua, número, CEP, cidade, país, etc.). Trata-se de uma automatização na conversão de dados muito usado e de útil aplicação, visto os endereços dos locais serem comumente conhecidos pelas pessoas que as coordenadas geográficas desses locais e, ainda, pelo primeiro não requerer conhecimentos de cartografia.

Com o advento dos SIGs e ferramentas de geocodificação, a conversão de bancos de dados com endereços para localizações georreferenciadas se tornou rotina em pesquisas e em empresas, ou mesmo no dia a dia dos cidadãos, tal como as plataformas *GoogleMaps*, *GoogleEarth*, *BingMaps*, dentre outras. Algumas de suas aplicações para bancos de dados com endereços podem ser feitas para pesquisas de saúde pública (KRIEGER et al. 2003), demografia (EDWARDS et al. 2013), criminalidade (RATCLIFFE, 2011), dentre outros assuntos.

O requisito está diretamente ligado ao assunto da pesquisa (peso 5), por se tratar da existência e eficiência de ferramentas de geocodificação presentes no SIG corporativo ou ferramentas geo que possam corresponder a essa. Dessa forma, a companhia é capaz de georreferenciar dados como o cadastro de clientes e das Ordens de serviço. Os resultados se encontram na Tabela 60:

Tabela 60: Resultado do requisito 8a – Geocodificação

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Todas as Ordens de Serviço são associadas ao tablete e a um endereço e sim, há uma ferramenta de geocodificação em massa que as coloca automaticamente na plataforma Google Maps (F10). Houve um período em que o sistema começou a operar sobre a plataforma OperStreetMap (OSM) devido à atualização de contrato do serviço do GoogleEarth, a qual também era munida de ferramentas de geocodificação (F9, F14).	Sobre o sistema de cobrança de tarifas (MAJIVOICE), os endereços dos clientes são automaticamente encaminhados para as regionais e, quando não se sabe o endereço, este é analisado por uma central que repassa a localização para a regional responsável (N15). As equipes também usam o GoogleMaps (N1, N5, N13). A localização do cliente é feita de acordo com o Plot Number que é o Primary Key do shapefile do cadastro (N15). Pelo MAJIVOICE é possível identificar o local (endereço) pelo código do plot number para os chamados e, assim, descobrir a localização (N15).	Uma vez que um endereço é colocado no sistema MIRTUSZ ou MIR, este é automaticamente encontrado no mapa da cidade, com base na malha viária criada e editada pela própria companhia (B1, B2).
Nota	2,5	1,5	3,0

Em Nairóbi, há ferramentas que realizam o trabalho de geocodificação, porém exclusivamente para o controle de clientes e das tarifas e ainda, de forma imprecisa, como foi visto na análise do requisito 5.e. sobre o georreferenciamento dos clientes.

Em Fortaleza, pelo fato da plataforma corporativa do GoogleMaps não ter o mesmo nível de atualização que a camada de malha viária criada e editada pela própria companhia, houve um pequeno desconto na nota por não ter a acurácia máxima.

Em Budapeste, as plataformas do MIRTUSZ ou MIR atendem plenamente ao requisito, por proverem consulta por geocodificação com base nos dados produzidos pela companhia e com boa precisão.

6.8.b. Modelagem Hidráulica

A Modelagem Hidráulica consiste num conjunto de dados de um determinado sistema hidráulico que pode ter suas simulações modeladas sobre uma plataforma digital e assim prever aspectos como as demandas de abastecimento a depender do bairro, distritos e de acordo com horários, dias, semanas e meses, bem como controle de pressão sobre a rede. Ainda, a modelagem tem útil aplicação na concepção e dimensionamento de projetos hidráulicos, de forma a dar subsídios quanto a técnicas de construção, materiais e equipamentos necessários (válvulas, ventosas, descargas, bombas, etc.). No caso, a modelagem permite a automatização de simulações conforme cenários de demandas ou de

quaisquer problemas operacionais que venham a ocorrer.

Na cidade de Mitylene (Grécia), PANAGOPOULOS et. Al. (2012) realizaram uma modelagem a respeito de demanda por água de abastecimento por meio de análise multicriterial de SIG, utilizando-se de camadas representando variáveis como economias (clientes) ativas, distritos e consumo médio mensal. Em Tehuacán Puebla (México), SANDOVAL & FLORES (2013) realizaram uma modelagem hidráulica com informações contidas nos softwares EPANET e ArcGIS, de modo a avaliar a necessidade de bombeamento e, em caso positivo, qual deveria ser a potência deste para o funcionamento do sistema para que obtivesse a pressão desejada para atender os cidadãos.

Trata-se de um requisito indireto (peso 2), pois muitas das ferramentas disponíveis atualmente trabalham sobre plataformas CAD sem necessariamente serem georreferenciadas. Apesar disso, vê-se a gradativa tendência das companhias a utiliza-las na forma georreferenciada, de modo que tenham maior precisão e facilitem a visualização das estruturas hidráulicas sobre mapas de base. Os resultados podem ser observados na Tabela 61.

Devido à modelagem hidráulica requerer exatidão topológica de todo o sistema hidráulico, foi visto em Fortaleza e Nairóbi que a falta ou inconsistência de dados sobre os sistemas hidráulicos inviabilizam qualquer modelagem no momento. No entanto, na visita realizada na CAGECE, foi observado que há interesse e mobilização na companhia para que sejam feitas essas modelagens, apesar de ainda não ser prevista a ocasião de se ajustar a topologia dos sistemas hidráulicos. Nairóbi, caso queira utilizar essa ferramenta, deverá no mínimo conectar os ramais às redes para qualquer tipo de simulação, ou então utilizar-se de polígonos para simular o consumo de um determinado polígono ou distrito.

Em Budapeste, foi comprovado com a equipe técnica específica para o assunto que a disponibilidade e qualidade de dados para a modelagem hidráulica satisfazem as necessidades da companhia e permitem análises de alta complexidade, o que lhe atribui a nota máxima para o requisito.

Tabela 61: Resultado do requisito 8b – Modelagem Hidráulica

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Apesar da equipe de SIG, junto a outras, terem consultado ou buscado aplicarem ferramentas como o EPANET, a inconsistência topológica dos dados georreferenciados não permitem a sua aplicação no momento (F9, F10).	No momento, a modelagem hidráulica não é viável pois a demarcação dos DMC é recente (N13). Os ramais não estão mapeados aos hidrômetros e, dificulta-se ainda mais ao saber que muitos deles foram feitos pela própria população (N7).	Há uma equipe específica de 4 funcionários para Modelagem Hidráulica. Eles colhem dados no MIR, como material, ano de implantação, diâmetro, válvulas, ventosas, estações de bombeamento, etc. Há dados disponíveis de vazões e consumo desde o ano de 2003, com qualquer tipo de recorte temporal e espacial (B13). A precisão dos resultados costuma ser muito boa e de alta aprovação das equipes de engenharia e operação da companhia. Foi feita uma enorme campanha feita em parceria com a Faculdade de Engenharia de Budapeste, e contratados alunos para trabalharem durante meses nesse trabalho (B13). O trabalho é feito inicialmente no Microsoft Office Excel e depois no WATERCAD (B13, B14). A modelagem hidráulica também trabalha com os teores de cloro da água de abastecimento (B4, B13). As principais aplicações dos modelos são de previsão de tubulações e diâmetros para projetos vindouros e de reconstruções, gravitação da água na rede, no caso de populações afetadas com abertura ou fechamento de válvulas (B13). São usados aplicativos Power Map para ver dados no GoogleMaps, além do QGIS para adaptar dados cartográficos externos para modelagem e para juntar raster com vetores. O ARCGIS também é usado para fazer os modelos digitais de terreno e o raster para combinação de vetores para análises espaciais, assim como no QGIS (B13).
Nota	0,0	0,0	3,0

6.8.c. Ferramentas e Frameworks

As análises com dados geoespaciais costumam demandar um ou mais algoritmos para o processamento de dados. Nesse sentido, é comum que os sistemas informacionais obtenham ferramentas próprias, ou permitir a seus usuários, com meios para automatizar funções de utilidade frequente por meio de fluxos de trabalho, os quais também chamados de Frameworks. Dessa forma, o trabalho do usuário se torna simplificado, bastando-lhe inserir os

dados geoespaciais de entrada e o fluxo então realiza as operações diretamente e prova o resultado final, ao invés do usuário precisar clicar e dar precisão às operações passo a passo.

O requisito é direto (peso 5) por tratar diretamente de fluxos de trabalho automáticos exclusivamente sobre informações geoespaciais, seja na forma de processamento de dados ou montagem de layouts para apresentação cartográfica de seus resultados. Na Tabela 62, podem ser vistos os resultados.

Tabela 62: Resultado do requisito 8c – Ferramentas e Frameworks

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Foi criado um framework sobre o QGIS, pelo qual é possível medir mensalmente os progressos na inserção de dados geoespaciais no sistema, tal como quilometragem de tubulações mapeadas (F10). Há um mapa termal que é automaticamente gerado conforme a geocodificação das Ordens de Serviço da cidade, para monitoramento das demandas, dos serviços e acompanhamento dos veículos (F4).	Somente os layouts dos mapas (composições com moldura, legenda, barra de escala, etc.) possuem esse tipo de automação. Muito ainda vem sendo feito manualmente no que tange a elaboração de mapas. Esses mapas são feitos para as unidades operacionais regionais em geral (N7, N14).	Foi criado um protótipo com dezenas de opções de análises automáticas de dados geoespaciais, chamado de "MirtuszMunka DMC", funcionando sobre o ARCGIS Server. Trata-se de um sistema cartográfico zonal que identifica as vazões no distrito e possibilidades de vazamentos nos DMCs (B8). Este protótipo foi um projeto preliminar e apresentado para muitos da empresa o MirtuszMunka DMC. Porém o povo não se mostrou muito motivado a usar, o ArcGIS Server é muito caro e não foi encontrado um programa de código livre que pudesse fazer algo parecido (B8). Apesar de nessa plataforma ser possível fazer várias análises espaciais, seria necessário que um funcionário fizesse só isso e não há interesse ou funcionário disponível para isso no momento.
Nota	1,5	0,5	1,5

Em Nairóbi, a equipe de SIG mostrou um passo dado na elaboração de layouts para os mapas. Porém, essa é uma tarefa básica de automatização e tem utilidade somente para visualização e não, exatamente, para análises espaciais.

Na CAGECE, vê-se que a automatização de dados já vem sendo usadas para algumas funções, porém ainda de forma limitada frente às possibilidades de uso para mais tipos de análises geoespaciais (sobre clientes, redes, avaliações ambientais, etc.). Em Budapeste, apesar da plataforma MirtuszMunka permitir que grande quantidade e diversidade de dados geoespaciais sejam analisados, o desinteresse em cunho operacional e institucional indicam a necessidade de capacitar e influenciar as equipes internas, bem como escolher uma plataforma para as quais os fluxos pudessem ser aplicados. Nesse caso, foi atribuída a nota intermediária por ambos, que por um lado apresentam esforços reais, mas ainda enfrentam

dificuldades em aplicá-las em âmbito corporativo.

6.8.d. Fluxo de atualização de dados

Quando uma companhia decide por obter um banco de dados geoespaciais, com ou sem um SIG corporativo, a necessidade de atualizar os dados deve permanecer constante para que se mantenha a confiabilidade sobre esses.

Atualmente, existem tecnologias que permitem a atualização imediata desses dados, tais como tablets e outros aparelhos, sobre os quais bastaria um funcionário digitar ou desenhar algo e inseri-lo num sistema e, assim, toda a companhia poderia também acessar essa informação. No entanto, como as atualizações necessitam de precisão técnica e conhecimentos de cartografia, nem sempre os funcionários estão munidos de conhecimento e aparelhos ou de acesso a essas plataformas de dados geoespaciais para a realização dessa tarefa. Assim, as companhias tendem a centralizar em uma ou mais equipes essas funções para preservar a confiabilidade dos dados. Por outro lado, uma maior quantidade de mão de obra e de tempo são necessários nesse processo.

O requisito é direto (peso 5), considerando-se os funcionários, equipes e sistemas pelos quais passam esses dados, até alcançar o banco de dados unificado da companhia, e as maiores pontuações foram atribuídas às companhias que possuem menos obstáculos nessa atualização. Os resultados podem ser observados na

Tabela 63.

As três companhias adotam um modelo de atualização no qual os dados geoespaciais passam previamente por uma avaliação da equipe de SIG ou de Cadastro Técnico antes de serem definitivamente inseridas no banco de dados geoespaciais ou SIG corporativo.

Em Fortaleza, viu-se que a unidade de negócio modelo para desenvolvimento do projeto IGEO já possui recursos e funcionários próprios para realizarem a atualização e, depois, ser repassada para avaliação dos colegas do GEFAR. Há uma independência parcial ainda prevista para as UNs, porém ainda está em fase de concepção.

Em Nairóbi e em Budapeste, o fluxo de trabalho é semelhante, sendo que as unidades regionais encaminham as informações para uma unidade central (SIG ou Cadastro Técnico) para que essas façam a atualização sobre o sistema, por meio do envio de

informações em papel e/ou em formato digital.

Tabela 63: Resultado do requisito 8d – Fluxo e atualização dos dados

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Os dados são atualizados quando os funcionários chegam no escritório regional. Non caso da UNMTL há 2 profissionais para isso. As atualizações são conferidas também pela equipe de SIG locada no GEFAR, antes de irem para o SIG em definitivo. Por enquanto, os funcionários de campo possuem tablets, com formulários de atendimento a chamadas, inclusive com indicação de endereço.	Os dados são coletados em campo, anotados com as coordenadas (aparelho GPS) e depois repassados para os profissionais da área de SIG que ficam na sede e as inserem no sistema. A previsão é que todas as regionais façam isso independentemente, porém não há data específica para isso.	Os desenhos são feitos em campo sobre plantas impressas do MIR e depois são repassados para o CAD pelas empresas contratadas. Toda a informação é atualizada pelo menos na mesma semana pela equipe do Cadastro Técnico, que recebe pacote que contém a planta em papel e CD com o arquivo CAD (.dwg) de diferentes equipes da companhia e consegue colar o arquivo CAD automaticamente no Bentley e ajustá-lo à rede e à topologia. Ao final do dia, todas as atualizações que foram feitas nas redes são conferidas e, caso sejam consistentes, é dado um ok definitivo.
Nota	1,5	1,0	1,5

6.8.e. Sistema SCADA

O SCADA (*Supervisory Control and Data Aquisition*) se trata de um sistema baseado numa arquitetura de softwares, redes e sensores, pelos quais é possível monitorar um processo industrial e subdividi-lo em etapas de modo a controlar o funcionamento dos equipamentos e monitorar quaisquer dessas etapas para imediata manutenção por funcionar em tempo real. Ainda, com o decorrer do tempo, é possível por meio de tecnologias de aprendizado de máquinas (*machine learning*) e estatística identificar eventuais ocorrências fora do padrão comum, tudo em tempo real.

De acordo com TSUTIYA (2005), na concepção de um sistema SCADA é importante determinar primeiramente os pontos do processo onde as grandezas físicas (vazão, pressão, etc.) deverão ser coletadas e, em seguida, escolher os instrumentos e respectivos tipos de sinais (analógico ou digital) e a conversão para as estações de controle (computadores), onde esses serão monitorados e, caso o sistema permita, pode haver a manobra dos equipamentos a distância como abertura e fechamento de válvulas, ou diminuição da vazão em bombeamentos. No caso dos serviços de água e esgoto, é possível implantar um SCADA especificamente para uma unidade de operação (exemplo: estação de bombeamento, ou de tratamento), bem como para todo o sistema urbano, por meio da integração de todas as

unidades operacionais sobre uma mesma plataforma.

Em bibliografia, viu-se que as aplicações do SCADA podem ser ainda mais variadas. Na Califórnia, ROBERTSON et al. (2011) puderam cruzar informações sismológicas ao SCADA de abastecimento para definição de locais e ações emergenciais de manutenção, enquanto que na cidade de Pljevlja (Montenegro), VUJNOVIC et al. (2018) viram a viabilidade de se monitorar a carga de cloro em diferentes etapas do abastecimento.

Trata-se de uma pergunta indireta ao tema da pesquisa (peso 2), por não necessariamente demandar o georreferenciamento das unidades operacionais e dos sensores, embora estes sejam perfeitamente integráveis. No entanto, pelo fato do SCADA ser de altíssima relevância para a supervisão automatizada de sistemas operacionais e de prática frequente em companhias de água e esgoto, entendeu-se este ser um importante requisito para o atributo em tela. O resultado do requisito pode ser observado na Tabela 64.

Apesar de haver certa diferença quanto à capacidade e possibilidades de uso entre a CAGECE e a FV, ambas atendem plenamente às expectativas do requisito, sendo que ambas alcançaram a nota máxima para este, por captarem informações relevantes sobre as unidades operacionais de água e esgoto do sistema metropolitano.

Em Nairóbi, foi alegado nas entrevistas que o alto custo que envolve o SCADA (instalação e manutenção) dificulta a tomada de decisão da companhia que, por enquanto, tem optado por uma maior integração das áreas operacionais para que não conformidades sejam sanadas no menor tempo possível. Porém, nesse caso, viu-se uma diferença abissal dessa companhia para as outras duas, ocasionada principalmente por motivos econômicos e/ou tecnológicos que indicam haver correlação com a geografia e contexto regional dessas cidades em escala global.

Tabela 64: Resultado do requisito 8e – Sistema SCADA

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	A companhia possui dois SCADA para o sistema metropolitano, sendo um para o abastecimento, e outro para o esgotamento (F6, F8). O SCADA funciona por meio de Unidades de Transmissão Remota (UTR) que atuam na frequência das ondas de rádio, as quais podem se situar em reservatórios, captações (Açude Gavião), na saída das ETAs, nas estações de bombeamento, etc. Atualização de tudo a cada cerca 40 segundos (F6). Todas as ocorrências são registradas (SGDB Oracle para o servidor central) e é feito automaticamente um Diário de Ocorrência cruzado com indicadores de desempenho operacional e metas (F6, F8). No início a CAGECE dependia da manutenção da empresa que instalou o sistema, porém atualmente é a própria equipe interna que faz a manutenção (F6). O SCADA é monitorado em dos Centros de Controle: o CECOP (abastecimento) e o CECOE (esgotamento) (F6, F8).	Ainda não há um SCADA na companhia. Estão planejando um dia ter e aprofundando-se nas análises de custo-benefício para viabilizar um projeto no futuro (N1).	Nos anos 1990 começou a medição de pressão eletrônica em alguns pontos da rede, e evoluiu para as unidades operacionais e poços de captação. Hoje, o SCADA é monitorado por pelo menos 5 profissionais durante as 24 horas/dia. Tem entre 20 a 30 mil pontos e sensores de medição do sistema, desde o Danúbio até os clientes. É possível filtrar os dados de diversas maneiras e criar automaticamente relatórios sobre detalhes dos trabalhos e manutenções realizadas, problemas na transmissão por rádio e na comunicação das máquinas e sensores (B11)). A parte de esgoto das outras cidades também está no sistema. O SCADA não está conectado ao MIR, mas por meio dele dá para ver a situação específica de cada um dos 100 DMCs da cidade. Ainda, é possível ver a parte de segurança patrimonial (por exemplo, quando uma unidade operacional foi invadida) e desempenho de eficiência energética. Existem algoritmos prontos para previsões conforme as medições feitas no SCADA (níveis d'água, pressões, vazões, etc.). A interface pode ser configurada pelos usuários e busca-se a melhoria contínua e desenvolvimento de novos aplicativos/algoritmos. Os dados alimentam o sistema praticamente a cada minuto (B11). A ETE Central de Budapeste conta com um SCADA próprio para as suas operações. Nele, é possível obter 300.000 informações ao mesmo tempo sobre funcionamento de cada equipamento (adensadores de lodo, filtros de oxigênio, volume de tanques, funcionamento de máquinas, vazões, voltagem, monitoramento automático de qualidade da água, barragens, válvulas, etc.). Toda anomalia é apresentada automaticamente e é feito um relatório sobre as demandas e anomalias ocorridas conforme período computado (B3).
Nota	3,0	0,0	3,0

6.8.2. Resultado: Atributo Automatização

O resultado do atributo Automatização, composto por 5 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 65.

Tabela 65: Resultados para o atributo 8 - Automação

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
8a	Geocodificação	5	2,5	1,5	3,0
8b	Modelagem Hidráulica	2	0,0	0,0	3,0
8c	Ferramentas e Frameworks	5	1,5	0,5	1,5
8d	Fluxo de Atualização de Dados	5	1,5	1,0	1,5
8e	Sistema SCADA	2	3,0	0,0	3,0
Fator multiplicador			1,754%		
Resultado (%)			58,75	26,31	73,66

Os resultados de maneira geral mostram direta correlação com as condições socioeconômicas e do acesso aos serviços de saneamento por parte da população nos três locais. Em especial os requisitos 8.b. e 8.e. apontam grandes diferenças entre aqueles que atendem ou não atendem ao requisito, o que sugere estes serem requisitos *sine qua non* e, ao mesmo tempo, estarem diretamente ligados ao emprego de tecnologias eletrônicas e de precisão de dados na operação dos sistemas de abastecimento e esgotamento. Os resultados de Nairóbi indicam que tais tecnologias, por questões aparentemente econômicas, talvez ainda não sejam capazes de atingir cidades e países de semelhantes condições socioeconômicas, enquanto que em Fortaleza não se veem obstáculos de tecnologia, visto já existir uma estrutura adequada para o deslanche da automação de novos processos.

A respeito dos requisitos 8.c e 8.d, viu-se nos três casos que tarefas relacionadas a este assunto em geral estão centralizadas nas áreas de SIG e/ou Cadastro Técnico, sem que profissionais de outras áreas tenham conhecimento dessas ferramentas a ponto de lhes serem concedida total autonomia. Nesse sentido, vê-se uma defasagem de gestão de conhecimento no interior das três companhias e a necessidade de capacitar esses profissionais induzir os profissionais de SIG a compartilhar com eles os benefícios de ferramentas de automação para dar início à uma eventual descentralização de processos.

6.9.a. Codificação

A codificação trata do estabelecimento de um determinado padrão de dados alfanuméricos (letras, números e símbolos) para a representação de um registro num banco de dados. As codificações são bastante comuns nas linguagens de marcação (*Markup Language*), as quais são utilizadas para a descrição de dados como dimensões, cores, origens,

funcionalidades, formas, datas, classificações, categorias, formatações, e quaisquer outras que forem julgadas importantes no processo de modelagem conceitual. Dentre tais linguagens, foi criada em 2007 pelo Open Geospatial Consortium – OGC o *Geographic Markup Language* (GML) previsto exclusivamente para dados geoespaciais, o qual inclui descrições de topologia, geometria, área de cobertura, objeto geográfico, dentre outros ⁷⁶, em complementação à *Extended Markup Language* (XML)⁷⁷.

No que tange à integração de sistemas, este requisito é muito importante pois permite que ocorra o diálogo entre tabelas situadas em sistemas de informações distintos dentro de um mesmo Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), uma vez que há um código único⁷⁸ para dar identidade ao registro. Deste modo, permite-se ocorrer o intercâmbio de dados por meio de um código que seja comum ao registro, independentemente do sistema de informação onde ele se encontrar.

Para este requisito direto (peso 5), foi verificado somente se, para o banco de dados geográficos, os registros feitos para cada tipo de objeto (tubulações, unidades operacionais, clientes, terrenos, etc.) e eventos (chamados, reclamações, ações de manutenção, etc.) foram concebidos códigos para serem únicos e repetidos entre sistemas de informação distintos de modo a possibilitar a integração desses. Os resultados podem ser vistos na Tabela 66, a seguir.

Percebe-se que nas companhias foram concebidos códigos únicos para diversos objetos espaciais de modo a distingui-los entre si e, nos três casos, já se vê possibilidades reais de integração com outros sistemas de informação, ou que ainda podem ser implantados. Somente no caso de Nairóbi, houve uma pequena diminuição da nota máxima pelo fato das tubulações ainda não terem sido contempladas nessa codificação. Dessa forma, conclui-se que a codificação já é uma prática comum, por se tratar de conhecimento elementar para o gerenciamento de banco de dados e que já existe a visão do potencial de integração do SIG.

⁷⁶ <http://www.opengeospatial.org/standards/gml> - acesso em 31/08/2018.

⁷⁷ Linguagem de Marcação

⁷⁸ Em Banco de Dados, é comum que a coluna de códigos únicos seja definida por “chave primária”, mas não necessariamente precisa ser classificada de tal forma pois, eventualmente, mais códigos podem estar atrelados à identidade do registro.

Tabela 66: Resultado do requisito 9a - Codificação

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Cogita-se no futuro a integração do banco de dados geográficos do IGEO com mais sistemas de informação que somente ao PRAX (F9). Muitos dos objetos espaciais já estão ligados ao PRAX e também ao <i>Enterprise Resource Planning</i> (ERP) da companhia (F9, F14).	Os clientes são registrados todos pelo mesmo código em todos os sistemas, inclusive no SIG, sendo que inicialmente foi feita uma modelagem conceitual (N4, N15). Para cada ordem de serviço um código que indica qual a regional que ele está atendendo por meio do plot number feito da seguinte forma: (REGIÃO/ÁREA/XXXX – NÚMERO DE 4 DIGITOS) (N15) Os objetos de SIG (o cadastro somente) também tem o <i>plot number</i> e este foi padronizado. No entanto, para as redes de água e esgoto, não há nenhuma informação precisa sobre codificação padronizada (N7, N13).	O Oracle e o Bentley estão cruzados pelo código em comum da coluna "MSLink". Para cada ordem de serviço na rede existe um registro(código) do serviço que foi feito e estes podem ser vistos sobre o Mirtusz (B8). Cada terreno tem um número próprio, o qual pode ser "quebrado" em ocasião de divisões ou incorporações de terrenos. O código MSLINK cruza tudo na empresa (SCADA, MIR, etc.) quando se trata de objetos espaciais, além do <i>Enterprise Resource Planning</i> (ERP) do SAP (B8).
Nota	3,0	2,5	3,0

6.9.b. Interoperabilidade

A interoperabilidade é um conceito da Tecnologia da Informação (TI), no qual é vista a compatibilidade de equipamentos, sensores, sistemas de operação, softwares, bancos de dados, hardwares, redes, dentre outros componentes eletrônicos, na realização conjunta de operações, além de também existir a interoperabilidade semântica (entre diferentes linguagens de programação). Quando se trata de um ambiente corporativo, a viabilidade ou inviabilidade de integração desses elementos pode se tornar uma oportunidade ou um empecilho no desenvolvimento informacional e tecnológico de uma companhia de água e esgoto.

Quanto aos SIGs e bancos de dados geoespaciais, a interoperabilidade desses com os demais componentes eletrônicos permite que haja a integração de dados, permitindo-se a visualização e manipulação desses sobre uma plataforma georreferenciada. Nesse sentido, a interoperabilidade semântica dos SIGs passou a ser discutida no final da década de 1990 (BISHR, 1998) e na OGC a partir de 1999 e se tornou objeto de estudo (JAMARILLO et al. 2009; TUFAN et al. 2015) visto as oportunidades que tais integrações poderiam propiciar para facilitar e agilizar processos antes complexos. Inclusive, o tema tem inspirado a criação de estruturas ontológicas para que uma gama maior de sistemas e assuntos pudessem se tornar interoperáveis em sua semântica (FONSECA, 2002; FALLAHI et al. 2008).

O requisito é direto (peso 5) por reportar às possibilidades de interoperabilidade do Banco de Dados Geoespaciais e do SIG corporativo aos equipamentos e sistemas eletrônicos disponíveis na companhia, de modo a compreender a capacidade destes em dialogar e realizar operações em conjunto. O resultado está disponível na Tabela 67:

Tabela 67: Resultado do requisito 9b - Interoperabilidade

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Antes de existir o sistema PRAX (2012), o banco de dados da companhia era baseado no Mainframe da IBM até o ano de 2012. Após isso, o PRAX passou a ser desenvolvido pela própria CAGECE (F13, F14). Os casos de softwares/sistemas de código fechado são muito pontuais, pois a maioria é de código aberto (F13, F14). Não há problemas de interoperabilidade entre os sistemas e esses diálogos ocorrem conforme as demandas das equipes, sendo que o IGEO será integrável a esses da mesma forma (F14).	O SIG ainda não vem sendo usado para ser integrado. Somente com tabelas é possível fazer qualquer tipo de integração. Apesar do banco de dados geoespaciais estar em rede somente para a equipe de SIG por meio de arquivos shapefile, pretende-se no futuro convertê-lo para o Oracle para que possa interoperar com outros sistemas corporativos (N15).	Todos os sistemas estão conectados a um banco de dados em Oracle e não foi visto nenhum tipo de obstáculo para integração de sistemas nesse quesito, inclusive com o próprio SIG (sistemas MIR e Mirtusz/Bentley) (B2, B8)
Nota	3,0	3,0	3,0

Os resultados são bastante positivos, e mostram que nem a CAGECE nem a FV vêm enfrentado problemas no que tange a interoperabilidade, seja semântica ou técnica para o caso dos SIGs, visto que as companhias já concebem seus sistemas de forma a serem integráveis entre si. Ainda, com relação à proposta futura de Nairóbi, existe compatibilidade entre os formatos de arquivo shapefile com o Oracle por meio da extensão *Oracle Spatial*, não sendo visíveis impedimentos para que seja feita conversão e que estes trabalhem de forma interoperável. Sendo assim, as três companhias obtiveram nota máxima, o que indica a diversidade de sistemas de informação, softwares e SGBD não serem um impedimento para integrações.

6.9.c Integração de Sistemas

As corporações hoje em dia contam com uma série de sistemas de informações para acompanhamento de seus processos, os quais podem envolver questões sobre seus funcionários, almoxarifado, compra e venda, balanço financeiro, cadastro e consumo de clientes, operação de máquinas, controle de metas e gestão da qualidade, bens patrimoniais, processos jurídicos, logística, dentre muitas possibilidades. Como os processos e informações

que envolvem cada uma dessas temáticas necessitam de uma modelagem de dados, visualização e ferramentas específicas, a inserção de todas elas sobre um único sistema de informação poderia levá-las a um caos tamanho que inviabilizaria seu uso e tornaria o acesso a informações em tarefa complexa. No entanto, o fato de separá-los não inviabiliza que haja troca de informações e de operações conjuntas, quando estas envolvem um mesmo objeto.

As possibilidades de integrações vêm se ampliando, como no caso do *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Business Information Management* (BIM) e com o avanço da Internet das Coisas (IoT). Nas companhias de água, esgoto e de recursos hídricos em geral, esses mecanismos de integração já vem sendo aplicados, como no caso da Water Corporation na Austrália, a qual realizou uma reestruturação e remodelagem de seus sistemas para a aplicação do SAP (MANDAL & GUNASEKARAN, 2003). Em companhias de Botswana, EYITAYO (2014), ressaltou a importância das questões culturais de igualdade nas relações trabalhistas, de gênero e senso de coletividade que podem afetar diretamente o desempenho do ERP, visto este ser um sistema atuante sobre a maior parte, ou todas, as equipes de uma companhia.

Trata-se de um requisito indireto (peso 2) por dizer respeito às iniciativas gerais de integração de sistemas pela companhia (operacionais, almoxarifado, financeiro, recursos humanos, etc.), sem necessariamente isso envolver o SIG ou o banco de dados geoespaciais. No entanto, entende-se que quanto mais complexas sejam essas integrações, maior é a possibilidade de que o SIG atual ou futuro possa se tornar igualmente integrável. Os resultados do requisito podem ser conferidos na Tabela 68:

Tabela 68: Resultado do requisito 9c – Integração de Sistemas Corporativos

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	A plataforma BI (<i>Business Intelligence</i>) da empresa Cognos Powerplay, permite que várias tabelas de vários sistemas (PRAX, Operacionais, ERP, etc.) se cruzem e o servidor é centralizado para toda a CAGECE. O usuário monta tabelas integrando vários sistemas conforme a própria necessidade (F14). Toda a parte de desenvolvimento e arquitetura é feita na CAGECE. Os custos envolvidos e as licitações não incentivam que sejam feitas contratações para esses serviços e plataformas. A plataforma usada é a JBOSS (agora 5.1. mas em breve será 6.4.) (F13, F14) O GECOQ (controle de qualidade) trabalha nas redes de distribuição com base numa interface de PRAX. Os SGDB de hoje são Oracle ou em PostGre. Ambos têm bom desempenho (F13, F14) O ERP já contempla vários "subsistemas", como financeiro e almoxarifado. O PRAX envolve também dezenas de formulários. Estes são os dois maiores sistemas da CAGECE e trabalham de forma integrada (F13, F14)	Existe uma cooperação com agências bancárias a respeito do pagamento ser feito automaticamente, integrando-se os sistemas conforme os pagamentos de cada cliente, com relação direta servidor – servidor. Listas negras de não-pagantes são passadas entre eles e os bancos por meio de arquivos (N4). Os principais sistemas são o CMS (<i>Customer Management System</i>), o MAJVOICE (cruzamento de informações técnicas dos serviços com os clientes) – o qual foi uma iniciativa apoiada pelo órgão regulador para melhoria do atendimento e dos serviços de saneamento e o MFA (<i>Mobile Field Assistant</i>) para leitura de hidrômetros, conexões e desconexões. Também os sistemas de RH e Financeiro existem e estão interconectados (por exemplo, com informações dos salários dos funcionários) (N4). Os chamados de atendimento ao cliente no CMS podem se cruzar com as informações já existentes. Algumas informações serem editáveis apesar da maioria ser somente visualizável. Com isso é possível o cliente fazer um chamado e já automaticamente receber um SMS em seu celular (N4). Os sistemas corporativos usam em sua maioria a base de dados em Oracle e, no caso do MFA, usa-se o MySQL. Ambos podem trocar dados uns dos outros sem problemas (N4).	O SAP consegue integrar toda a parte de atendimento ao cliente (tarifas e medições dos hidrômetros), almoxarifado e recursos humanos. Uma parte dele também está ligado ao MIR (B8). O sistema LIS (<i>Laboratory Information System</i>) também está conectado ao SAP. Antes o MIR e o MIRLite eram sistemas diferentes que foram unificados (B8). No momento, os custos arcados com o SAP estão sendo reduzidos e algumas de suas funções foram sendo cortadas. Questões materiais (por exemplo redes e <i>Hardwares</i>) são os maiores obstáculos para maiores avanços na integração. Os sistemas precisam sempre ser modificados ou melhorados devido às mudanças de tecnologias, sendo que a última maior foi em 2009. Os desenvolvedores da própria companhia sempre dão um jeito no que for necessário e, raramente, pedem ajuda a terceiros (B8).
Nota	3,0	3,0	3,0

As três companhias apresentaram ótimos desempenhos, apresentando já uma boa articulação de integração entre sistemas corporativos, o que permite também que novos sistemas, quando implantados possam se integrar a esses. Além da interoperabilidade vista no requisito 9.b. , este demonstrou a integração já ser uma realidade. No que tange a resposta proferida na FV referente ao alto custo envolvido nas integrações feitas pelo SAP, as soluções apresentadas pelas companhias de Fortaleza e de Nairóbi apontaram alternativas de integração

a custos menores e sem prejuízos no que tange a qualidade e precisão na troca de dados e informações entre os sistemas.

As três companhias contarem com capital humano interno qualificado para a realização dessas integrações, o que demonstra haver real investimento em sistemas e nas equipes de TI.

6.9.c Integração do SIG

A versatilidade dos SIGs em operar concomitantemente banco de dados, vetores e imagens, bem como a possibilidade de conversões desses dados por meio de algoritmos internos ou importáveis, trazem a eles uma capacidade singular de se integrar a outros sistemas. Nesse sentido, já vêm sendo realizadas integrações entre os SIGs e o BIM (KARAN et al. 2016; GILBERT et al. 2018), de modo a prover informações georreferenciadas como uma alternativa ao formato tabular e permitir a realização de análises espaciais mais complexas. Em Roma (Itália), a companhia de água e esgoto ACEA Ato2 desenvolveu um sistema que integrasse algumas interfaces operacionais do SIG ao ERP (FICARELLI, 2014).

Entretanto, tais integrações podem ser complexas e custosas, por necessitarem de alta precisão nos dados e de boa infraestrutura de TI. Dentre os desafios, sobre as múltiplas possibilidades nas conversões de arquivos e formatos, NADER (2015) indica que podem haver algumas limitações que minimizam a eficiência da integração como a má interpretação de algoritmos no que tange topologia, geometria, resolução de imagem e o datum dos dados. Dessa forma, experimentos e eventuais correções podem ser necessárias. Ainda, HIJAZI et. Al. (2018) comentam que o capital humano necessário para integrações como o SIG e o BIM consiste em perfis muito específicos de profissionais de TI, Cartografia e Gestão Corporativa que devem se entender nessa multidisciplinaridade, o que torna complexa a formação de profissionais para este fim.

Trata-se de um requisito direto (peso 5), de modo a entender se as companhias estudadas realizam a integração do SIG a um ou mais sistemas de informação, para conferir se essa capacidade vem sendo explorada por elas e quais tipos de benefícios lhes são ofertados com a integração. Os resultados podem ser observados na Tabela 69.

Tabela 69: Resultado do requisito 9d – Integração do SIG

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Os dados do PRAX estão sendo cadastrados no SIG para que certamente sejam cruzados no futuro sobre o IGEO, ou possam se dialogar plenamente (visto haver diversos campos em comum) (F9). Há expectativas de que haja integração de alguns dos outros sistemas ao SIG, visto haver viabilidade seja por visualização (<i>view</i>) de banco de dados, ou por serviços web (F9, F14).	A integração é viável por meio dos códigos. No entanto, por ainda não haver um SIG, não há o que integrar a não ser tabelas que, separadamente, são unidas em programas de planilhas de cálculo, como o Windows Excel, ou no próprio ArcGIS (N4, N13).	No Mirtusz, é possível acessar os dados dos clientes também, os quais se encontram em um outro sistema, sendo acessíveis por meio do click nos pontos que os representam. Há informações sobre endereço, nome do proprietário e outros dados pessoais deles. Ainda, sobre a mesma plataforma, é feita a gestão da localização e das ações das equipes de campo (B2). Também, na parte ambiental, é possível consultar as informações mais recentes de qualidade de água (somente simples como pH, temperatura, Nitrogênio, Oxigênio Dissolvido - OD, etc) clicando-se sobre os reservatórios e os locais onde estão ocorrendo obras na cidade. Muito disso é feito por meio de uma integração com o SAP (B4).
Nota	1,0	0,0	3,0

Os resultados apontam que, no caso da CAGECE, apesar do IGEO estar em fase de teste, vê-se que os dados do próprio SIG já vêm sendo estruturados para que a compatibilidade deste com o PRAX ocorra de maneira imediata à sua implantação. Entretanto, como isso ainda não se trata da presente realidade, a nota foi reduzida por ainda não garantir esta certeza. A FV mostrou essa integração com pelo menos dois outros sistemas, o de cadastro de clientes, de informações laboratoriais e da locação das equipes de campo, o que demonstra um satisfatório atendimento ao requisito, mesmo que outras formas de integração ainda sejam viáveis.

A NCWSC não obteve nenhum êxito no atendimento a este requisito, sendo que as integrações de dados já foram avaliadas no requisito 9.a. deste subcapítulo.

6.9.2. Resultado: Atributo Integração de Sistemas Internos

O resultado do atributo Integração de Sistemas Internos, o qual é composto pelos 4 requisitos analisados neste subcapítulo e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 70, a seguir.

Tabela 70: Resultados para o atributo 9 - Integração de Sistemas

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
9a	Codificação	5	3,0	2,5	3,0
9b	Interoperabilidade	5	3,0	3,0	3,0
9c	Integração de Sistemas	2	3,0	3,0	3,0
9d	Integração do SIG	5	1,0	0,0	3,0
Fator multiplicador			1,96%		
Resultado (%)			80,39	65,68	100,0

Os resultados indicam que as companhias, de maneira geral, conceberam seus sistemas para que fossem integrados e que, frequentemente, os SIGs também são contemplados nesta iniciativa, seja pela extração de dados geográficos e criação de tabelas conjuntas fornecidas por outros sistemas, ou então pelo diálogo em tempo real de outro(s) sistema(s) com o SIG. Não foi visto nenhum tipo de obstáculo no que tange a interoperabilidade.

No caso da NCWSC, como ainda não há previsão sequer de se implantar um SIG corporativo, não é possível descrever futuras possibilidades de integração, apesar de já haver, ao menos, o código comum de cadastro de clientes.

6.10.a. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Em múltiplos setores da economia e nos órgãos do poder público, as demandas por métodos, técnicas, produtos e serviços que contribuam nos principais desafios enfrentados por estes podem requerer aprofundamento nos assuntos para que alternativas e soluções sejam trazidas à luz e respondam às principais dúvidas dos tomadores de decisão. Desta forma, ações relacionadas a Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) vem se tornando pauta de cunho cada vez maior, visto que transformações tecnológicas, culturais e legislativas podem demandar rápidas adaptações para a sobrevivência das instituições, bem como podem trazer oportunidades frente a concorrentes, reduções de custos, eficiência maior em processos, melhoria de imagem, dentre outros benefícios.

A respeito das companhias estaduais de água e esgoto no Brasil, RIBEIRO (2018)

ressaltou a importância das parcerias dessas com universidades e instituições de pesquisa nas ações de PDI, visto a necessidade de readequações de determinados produtos e processos segundo critérios de qualidade e parâmetros técnicos, de modo que soluções experimentais possam ser posteriormente implementadas por tais companhias.

Na Inglaterra e País de Gales, BRIDGEMAN (2011) conferiu que o investimento total realizado pelas companhias de água e esgoto em PDI foi, em média, de 15 a 25 milhões de libras esterlinas entre 1989 e 2003, sendo que nos anos posteriores manteve-se estável em 15 milhões. Apesar disso, o autor afirma que a adaptação às mudanças climáticas e alterações na demografia ou na regulação dos serviços vêm se mostrando constantes, e que essas têm sido as maiores impulsionadoras de PDI para tais companhias.

O requisito analisado é indireto (peso 2), por se tratar das políticas gerais de PDI das companhias estudadas, estruturação de equipes diretamente ligadas a este assunto, sem tratar necessariamente de informações geográficas. Os resultados estão presentes na Tabela 71.

As três companhias demonstraram abertura no estabelecimento de convênios e parcerias com instituições externas ou pesquisadores individuais, e dão suporte para que seus próprios funcionários desenvolvam pesquisas nas universidades e centros de pesquisa. Ainda, elas contam com equipes direcionadas especificamente a pesquisa e com uma política interna de PDI bem amadurecida para analisar seus processos e dar suporte às pesquisas em andamento. Sendo assim, as três obtiveram nota máxima.

Tabela 71: Resultado do requisito 10a – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Há uma equipe específica de PDI, a qual dá suporte a pesquisadores externos e internos na realização de suas pesquisas, encaminhamento a equipes e permissividade para acesso a dados e uso de infraestrutura. A equipe avalia os projetos para ver interesse e viabilidade em âmbito corporativo. O setor conta com um banco de dados com todas as pesquisas em andamento (F15). Há uma política interna de incentivo aos funcionários, os quais são avaliados (são avaliados em anonimato, conforme diversos critérios) (F15). Será feito o controle do banco de dados de todas as pesquisas em andamento na CAGECE. Em 2014, foram aprovados 8 projetos de funcionários, os quais receberam um bônus na folha de pagamento para o período vigente do projeto. Porém em 2015, o bônus foi travada devido a uma crise econômica (F15). Está em funcionamento o Centro de Pesquisas em Reuso - CPR (ativo). Também existem os centros de Água e Esgoto, porém o primeiro está inativo e o segundo teve suas obras finalizadas em 2017 (F15). Existe um "Prêmio de Inovação" anual na companhia, sendo que o projeto IGEO foi contemplado uma vez (F15).	As políticas de PDI estão formalizadas na companhia desde 2012, A iniciativa foi encorajada pelo governo do Condado para as principais empresas públicas (N1). Há parcerias de PDI com instituições quenianas (Technic Industrial College, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology- JKUAT e Nairóbi University) e também estrangeiras (Universidade e Gotemburgo, Suécia) (N1). A companhia vem com as demandas ou os centros acadêmicos com os interesses e são promovidas as pesquisas, que em geral acabam integrando pelo menos um funcionário para acompanhamento (N1). Existe um termo assinado com a JKUAT para estudos ambientais da bacia hidrográfica do Ruiru, estudos econômicos e contábeis sobre cobrança de tarifa (N1) Profissionais são incentivados a irem para o meio acadêmico e para o exterior, com exemplos deles na China, Austrália, França, Filipinas, África do Sul (N1). Existe um projeto de criar uma Water Academy, juntando os profissionais da companhia com externos, contando-se com quenianos e de todo o mundo (N1).	A companhia tem uma equipe específica de PDI é proprietária de 19 patentes relacionadas a materiais e técnicas de construção de estruturas de água e esgoto. Existem funcionários que partem para cursos mais extensos como pós-graduações, mestrados e doutorados. A empresa ajuda a pagar o curso e, se for mais de HUF 100.000⁷⁹, é feita uma análise muito especial do pedido conforme perfil do funcionário, interesse da companhia e contrapartidas (B7). Existem convênios com universidades e escolas técnicas, principalmente para estágios e nas áreas técnicas e de engenharia, além de casos de estudantes externos que foram desenvolver pesquisa na companhia mesmo por meio desses convênios (B7). O meio acadêmico dá suporte para participações em licitações internacionais, eventualmente há pesquisas internas e os estudantes/pesquisadores são chamados (B7). A companhia está aberta a dialogar sobre quaisquer possibilidades de ações e parcerias em PDI (B7).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.10.b Especialistas em Geomática

Análises espaciais complexas estão além de procedimentos operacionais e tarefas de rotina, tendo em vista que elas têm por objetivo entender relações entre eventos e objetos de maneira mais aprofundada e específica. Para níveis mais avançados, as principais

⁷⁹ Equivalente a R\$ 10.000,00, conforme câmbio de 06/09/2018.

habilidades a serem desenvolvidas por um profissional de forma crítica e profunda que se adentra nos SIGs na visão de BEARMAN et al. (2016), são as seguintes:

- Entender o efeito da escala e o papel das suposições dos dados geoespaciais;
- Avaliar as dificuldades e inferências de dados multidimensionais;
- Entender as implicações dos problemas e incertezas dos dados geoespaciais;
- Aplicar a teoria de geoestatística e de interpolação para dados de espaço e tempo.

Na maior parte dos casos, para que um profissional atinja este nível de conhecimento são necessários anos de estudo e/ou de prática para que ser capaz de realizar análises espaciais complexas, as quais contemplam aspectos como multidisciplinaridade e/ou dados ou imagens de alta precisão. No caso, os profissionais especialistas em geomática ou assuntos correlatos podem realizar análises espaciais complexas.

O requisito trata diretamente desses que são capazes de trabalhar e realizar análises de forma aprofundada, precisa e crítica com informações geográficas dentro da companhia, no caso com peso 5. A Tabela 72 apresenta os resultados coletados para este requisito.

Tabela 72: Resultado do requisito 10b – Especialistas em Geomática

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Há um funcionário na Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento (GEPED), cuja tese de doutorado teve por estudo a dispersão de poluentes do emissário submarino. Ainda, ele realiza análises espaciais de alternativas locais com base a diversos critérios (F16). Na equipe de SIG, há também profissionais muito qualificados, porém nos últimos tempos eles têm se ocupado de alimentar dados ao IGEO e na implantação desse sistema na companhia (F15).	Os profissionais de SIG estão concentrados somente na própria equipe do assunto. Entretanto, não são feitas análises espaciais complexas lá (N13). A única análise espacial complexa em andamento na companhia é o da pesquisa da bacia de Ruiru, no qual uma funcionária doutoranda, junto a uma equipe de quenianos e estrangeiros, vem concebendo um modelo de dispersão e depuração de poluição orgânica (N1).	Na área de TI, o administrador do sistema possui grande conhecimento sobre SIG de maneira geral. No Cadastro Técnico, o conhecimento sobre o Bentley é bastante elevado e, num caso ou outro, podem usar o QGIS para fazer análises espaciais básicas (p.ex. Intersecção) (B8) Há um estudante de doutorado, funcionário da companhia que está realizando uma pesquisa sobre modelagem hidráulica e utiliza dados geoespaciais. Ele ganhou um prêmio em 2016 pela Associação Húngara de Companhias de Saneamento (MaVíz) (B13) De acordo com o administrador da plataforma Mirtusz, ainda não há a cultura do "Cientista de Dados" na companhia, e seria importante formar ou contratar pessoas assim, pois é ele próprio quem tem feito essas análises dessa espécie, além de ocupar de outros assuntos de TI, sua especialidade (B8).
Nota	2,0	1,5	1,5

Nas três companhias, há profissionais com alto nível de conhecimento no assunto, porém de forma ainda bastante reduzida e concentrada, de modo que análises espaciais complexas acabam sendo raramente empregadas no cotidiano. A maior parte destes profissionais se ocupa de funções diretamente ligadas à plataforma do SIG corporativo ou na conferência e edição de dados relativos ao cadastro técnico, o que toma a maior parte (ou todo) o expediente, inviabilizando análises e pesquisas de complexidade.

Dessa forma, as três companhias possuem notas medianas, por ao mesmo tempo terem base de capital humano para essas pesquisas, porém sem aproveitá-los plenamente para este fim, ou então por estarem ocupados com tarefas rotineiras, ainda longe das demandas e potenciais que poderiam ser empregados.

6.10.c. Publicações Técnicas e Acadêmicas

As revistas acadêmicas e científicas possuem o papel de divulgar o resultado de pesquisas que estejam dentro do escopo proposto pelas suas equipes editoriais. Atualmente, existem bibliotecas virtuais que permitem que artigos científicos sejam rastreáveis e acessíveis, como a Elsevier (2.500 periódicos), Science Direct (3.500 periódicos), Web of Knowledge (12.000 periódicos), dentre outras de larga escala internacional, incluindo-se aquelas com temas relacionados ao assunto desta pesquisa, nas suas mais diferentes interfaces. De acordo com a equipe editorial da Revista científica Nature, as publicações técnicas e acadêmicas contribuem para que tais pesquisas e experimentos ganhem credibilidade, reconhecimento, descoberta, reuso, consciência, acessibilidade, revisão, serviço editorial e tecnologia⁸⁰.

Dessa forma, as companhias de água e esgoto podem usufruir desta ferramenta de diversas formas, seja por meio de parcerias com pesquisadores externos no fornecimento de dados e permissão do uso de estruturas, ou então quando um funcionário próprio realiza a pesquisa. Como resultado, além das companhias contribuírem com o avanço científico, tais publicações servem de divulgação de seus serviços e pode demonstrar empenho e competência técnica de seu capital humano na resolução de problemas relacionados aos seus serviços.

Trata-se de um requisito direto (peso 5), por tratar, exclusivamente, da divulgação de *papers* e artigos a respeito de informações geográficas em congressos e periódicos, além de

⁸⁰ <https://www.nature.com/sdata/publish/reasons-to-publish> - acesso em: 07/09/2018,

se entender quais ações de incentivo deste tipo existem dentro das companhias para este fim e até que ponto os resultados dessas pesquisas possuem aplicação real nas ações das companhias. Os resultados podem ser conferidos na Tabela 73.

Tabela 73: Resultado do requisito 10c – Publicações Técnicas e Acadêmicas

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Há estudos espaciais aprofundados conforme demanda, porém nem sempre publicados, como no caso de um sobre ligações clandestinas de esgoto numa área da cidade, o qual deu subsídio para acesso a financiamento junto ao BID, ou para o Licenciamento Ambiental de alguns projetos (F16). Há um funcionário na equipe de Pesquisa e Desenvolvimento que publicou estudos sobre dispersão espacial de odores em ETEs e de poluentes no emissário submarino, em congressos e revistas técnicas/acadêmicas. O mesmo funcionário tem outras ideias sobre análises espaciais de interesse socioeconômico sobre tendência de fraudes, qualidade de água bruta e em suas pesquisas costuma contar com o apoio de outras equipes da companhia (F16).	A pesquisa realizada na bacia hidrográfica da barragem Ruiru certamente será publicada. Ainda estão processando os dados sobre carbono num laboratório na Alemanha. Uma profissional da companhia está participando também do processo, a qual vem realizando uma pesquisa de Doutorado sobre o assunto (N1).	Não foram identificadas informações na companhia a respeito de publicação de artigos referentes a informações geográficas (B7).
Nota	2,0	1,0	0,0

Os resultados apontam haver preocupação, por parte das companhias em Fortaleza e Nairóbi em publicar, mesmo que parcialmente e em pequenas quantidades, trabalhos realizados no âmbito da companhia com análises espaciais. Na primeira, vê-se que o resultado foi alavancado exclusivamente pela atuação de um funcionário, o qual além de publicar realiza estudos específicos aprofundados para dar subsídio a determinadas demandas na companhia. Em Nairóbi, já se vê os primeiros passos no apoio a estudos espaciais relevantes, bem como o incentivo ‘a publicação.

Em Budapeste, apesar da companhia contar com publicações variadas em revistas húngaras e internacionais, não foram informadas publicações referentes ao assunto da pesquisa, o que levou à companhia a não atingir nenhuma pontuação sobre o tema.

6.10.d. Equipamentos de Alta Tecnologia

Os equipamentos atuais que contribuem na precisão e na representação de dados e informações geoespaciais vem se tornando cada vez mais acessíveis ao mercado. Telas LED e painéis de grande largura, impressoras tridimensionais, veículos aéreos não tripulados (VANTs), sensores laser (LIDAR) e radares, imagem tridimensional para modelagens

hidrogeologia (NEMTINOV et al. 2014) ou para dimensionamento e visualização de estruturas, GPSs geodésicos com precisão maior de 50cm nas coordenadas, dentre outros equipamentos e softwares, permitem que os dados geoespaciais usados e produzidos nas companhias tenham representações cada vez mais próximas da realidade em si. São considerados, no momento atual, como equipamentos de alta tecnologia, porém com o avanço tecnológico e crescimento de mercados supõe-se que se tornem práticas cada vez mais comuns.

Neste requisito de natureza direta ao assunto da pesquisa (peso 5), teve-se por objetivo verificar quais dessas tecnologias vêm sendo utilizadas pelas companhias, sejam elas as proprietárias dos equipamentos e softwares, ou por meio de contratação de serviços, de modo a entender o emprego da alta precisão e representação. Os resultados estão presentes na Tabela 74.

Tabela 74: Resultado do requisito 10d – Equipamentos de Alta Tecnologia

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Há nas regionais monitores de porte maior para acompanhamento da geolocalização das unidades operacionais em campo (F9). Na sede da CAGECE, há um espaço chamado “sala de situação”, com concentração de monitores maiores. Para acompanhamento do SCADA de abastecimento e esgotamento, os centros de controle operacional também contam com monitores maiores para visualização (F9, F6). Ainda não se pensou em utilizar VANTs em campo. Esse assunto foi conversado junto à Agência Reguladora do Ceará e inclui questões sobre invasão de privacidade de funcionários e cidadãos, apesar de já existir interesse em se adquirir ortofotos por eles (F9).	São utilizados o Total Station para fazer o levantamento topográfico e georreferenciado em campo e o GPS Diferencial (N13).	A equipe de modelagem hidráulica é capaz de elaborar algumas imagens 3D para estudos de vazões e impactos em estruturas por exemplo, como em CFD (<i>computation fluid dynamics</i>) (B12). Para trabalhar com mapas eles usam monitores um pouco maiores (tipo <i>workstation</i>), e os sistemas SCADA locais ou centrais contam com grandes monitores (B3, B11, B12). A companhia não utiliza drones (B2).
Nota	1,0	0,5	1,5

O fato de nenhuma das três companhias estarem no momento utilizando equipamentos como os VANTs, mostra que há limitações do ponto de vista institucional ou de legislação nas aplicações, apesar de em muitos casos haver equipamentos pelos quais o custo-benefício seria adequado. Quanto a tecnologias mais sofisticadas, como o LIDAR, requerem custos maiores e justificativas que raramente devem ser aplicáveis. De todo modo, foi acrescentada nota a Budapeste pelo fato de serem elaboradas imagens tridimensionais, além

do esforço já feito pela CAGECE em adquirir monitores maiores para visualização em larga escala de dados e imagens. Para Nairóbi, foi dada nota em vista aos equipamentos de alta precisão, porém, os dados adquiridos para esses costumam ser utilizados em campo no suporte a obras ou terraplenagem, ou para concepção de plantas, sem serem utilizados para elaboração de imagens sofisticadas.

6.10.2. Resultado: Atributo 10 – Análise Espacial Complexa

O resultado do atributo Análise Espacial Complexa, composto por 4 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 75.

Tabela 75: Resultados para o atributo 10 – Análise Espacial Complexa

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
10a	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação	2	3,0	3,0	3,0
10b	Especialistas em Geomática	5	2,0	1,5	1,5
10c	Publicações Técnicas	5	2,0	1,0	0,0
10d	Equipamentos de Alta Tecnologia	5	1,0	0,5	1,5
Fator multiplicador			1,96%		
Resultado (%)			60,76	41,16	41,16

As três companhias apresentaram resultados medianos, indicando que ainda há muito a avançar para o atendimento pleno do requisito. Um fator que pode justificar o resultado é a falta de visão sobre a utilidade das informações geográficas sobre o negócio das companhias, tendo em vista este ser erroneamente julgado como atividade de “suporte” ao negócio e não como ferramenta para tomada de decisão. Outro fator relevante é o desconhecimento das análises espaciais complexas em âmbito corporativo, cuja concentração de conhecimento se mostrou restrita a poucos funcionários, frequentemente ocupados com atividades mais rotineiras (controle de cadastro técnico; elaboração de mapas temáticos; administração da plataforma; etc.) do que com atividades criativas ou mais analíticas.

O requisito que obteve as menores pontuações foi o dos equipamentos de alta tecnologia. Isso demonstra haver ainda dúvidas a respeito da aquisição desses (ou contratações de serviços) para dar maiores precisões e qualidade a imagens espaciais, embora nem sempre os custos sejam uma limitação visto a oferta deles no mercado e softwares livres. Para aprofundamento, caberia compreender quais são as demandas dos funcionários sobre o requisito e o ponto de vista e disposição de recursos por parte das diretorias.

6.11.a. Partilha de Dados Geoespaciais

A partilha de dados consiste em todo tipo de troca entre duas partes, seja da própria companhia para outras entidades públicas ou privadas, ou dessas para a companhia, ou então pela promoção de uma parceria na qual há intercâmbio de dados entre ambos.

BAIRD (2011) no que diz respeito às informações geográficas das companhias de água e esgoto municipais dos Estados Unidos, enfatiza que o SIG possibilita a partilha de informações com eficiência e que combinado num guarda-chuva de outras estruturas (ativos) de interesse público, sejam essas físicas ou conceituais, permite que os tradicionais “silos” de funções estruturais possam ser removidos e que diferentes ativos urbanos e estruturas possam ser analisados em conjunto para que fluxos de trabalho contemplando diferentes dados possam ser exequíveis.

Outra maneira de se partilhar, no que diz respeito a gestão dos recursos hídricos, foi observada no Canadá, onde KEBO & BUNCH (2013) realizaram um levantamento para conferir se as ONGs ambientais tinham interesse em compartilhar dados com a sociedade sobre uma plataforma SIG referentes às amostras de qualidade de água coletadas nos corpos d'água pelo país. No resultado, foi visto que, apesar de nessas ONGs raramente serem utilizados SIGs, elas apresentaram alto interesse em compartilhar as informações sobre uma plataforma SIG, abrindo-se a possibilidade de parcerias entre elas e os governos das províncias.

O requisito é direto (peso 5), por tratar somente da partilha de dados geoespaciais, sobretudo no que tange a troca com outros órgãos relacionados a serviços públicos, descartando-se dados de outros tipos. O resultado pode ser visto na Tabela 76.

Tabela 76: Resultado do requisito 11a – Partilha de Dados Geoespaciais

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Com a companhia de gás (CEAGÁS), costuma-se ter trocas de dados, porém somente pontuais (não de todas as redes) (F9). Existem trocas de dados e informações principalmente com a Prefeitura de Fortaleza. No caso, a CAGECE ofereceu as informações das redes para subsidiar o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e a Prefeitura cedeu as ortofotos de 2011. No momento, espera-se que a Prefeitura adquira novas ortofotos, as quais serão repassadas novamente à CAGECE (F9, F10). A tendência é crescer o fluxo de trocas, por exemplo com a Secretaria Estadual de Finanças (SEFIN) do Ceará, sobre a parte de cadastro dos clientes (F9).	Os dados internos sempre são repassados para as contratadas, e também para o órgão de estradas do Condado quando são realizadas novas obras estradais ou alargamentos (N13, N15). Há também troca com empresas de telecomunicação como a Airtel e a Safaricom, bem como para pesquisadores e até ONGs e, especialmente, com o órgão nacional de cartografia (N4, N15) Em geral, os solicitantes mandam uma carta para o Diretor Geral e sempre acaba-se aprovando o pedido (N13). Para atendimento aos pedidos, entrega-se dados somente da área específica, por arquivo .shp, porém há uma discussão interna sobre o formato, que poderia ser em .pdf, a fim de se evitar o mal emprego deste (N13). Nem sempre é fornecido em troca o resultado desses trabalhos realizados externamente com os dados internos. Em certas ocasiões, foi conferida a autoria do produto cartográfico para órgãos externos, sem citação de fonte (N13). Os dados recebidos de fora quase sempre vêm em papel, o que basta para que engenheiros e construtores façam as intervenções em campo (N15).	As informações laboratoriais de qualidade da água (bruta, tratada e distribuída), as quais têm as coordenadas registradas são enviadas periodicamente para a Autoridade Ambiental (B4). Apesar de existir o E-KÖZMŰ, não há uma lei que obrigue os órgãos a informarem esses dados à plataforma e ainda há discussões no país sobre direitos de privacidade e propriedade dos dados, os quais não acabam sendo lançados no sistema. O governo é o principal usuário para aplicações de leis e processos judiciais, o que causa ainda mais apreensão por parte das companhias de utilidades em geral (B8). Mesmo assim, a FV divulga toda a sua rede na plataforma para conhecimento público (B8). Para quem é privado e deseja obter dados com precisão maior que o E-KÖZMŰ ou o formato vetorial, eles devem pagar e recebem um arquivo CAD específico da área solicitada (B2).
Nota	3,0	3,0	3,0

As três companhias apresentar bom nível de abertura e diálogo com outros órgãos públicos no que tange a troca de dados geoespaciais, contemplando-se órgãos de cartografia, utilidades e governos locais, sendo que a FV se debruça, sobretudo, ao sistema E-KÖZMŰ para garantir a publicidade geral. Dada a constância dessas trocas e do senso de responsabilidade dessas três companhias quanto aos casos, elas obtiveram a nota máxima.

6.11.b. Provimento de Dados Geoespaciais

A companhia pode receber dados de outras entidades de forma variada, desde o envio de CDs ou pendrives, a acesso a serviços ou plataformas nas quais esses dados são

acessíveis para a outra parte, ou mesmo pela criação de uma única plataforma comum para ambas.

De acordo com RODRIGUEZ (In: BENABÉ-POVEDA, M.A; LÓPEZ-VÁZQUEZ, C.M. 2012) a Arquitetura Orientada a Serviços⁸¹ é fundamental na constituição de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) e que alguns parâmetros que orientam a sua qualidade são a precisão do posicionamento dos dados geoespaciais, e paralelamente, a disponibilidade, o rendimento (rapidez) e a capacidade de contemplar acessos simultâneos. Nesse caso, a vantagem do formato serviço se dá pela atualização instantânea dos dados geoespaciais por parte de seus administradores, e também, por necessitar somente do acesso a plataformas e banco de dados externos cujos arquivos serão baixados conforme demanda dos usuários, sem a necessidade da companhia solicitar tais dados periodicamente e armazená-los no próprio banco de dados.

O requisito é direto (peso 5) por se tratar dos meios pelos quais a companhia disponibiliza tais dados externos a seus funcionários, sejam somente mediante arquivos em hardwares ou então via sistemas corporativos e parcerias para acesso a plataformas digitais ou a serviços. Os resultados podem ser vistos na Tabela 77.

Em Fortaleza e Nairóbi vê-se que o provimento de dados por serviço ainda é inexistente e o que o provimento de dados externos se dá por meio de arquivos. No caso de Nairóbi, a burocracia para se obter dados torna esse processo lento, o que fez sua nota diminuir, apesar de que essa queixa ter aparecido, em menores proporções, nas outras duas companhias.

O caso da FV foi o único observado, no qual viu-se que de alguma forma os dados podem ser obtidos por meio de serviço, como no caso do sistema E-KÖZMŰ. Entretanto, como os dados não são extraíveis em formato vetorial e o arquivo raster extraído não é georreferenciado, o sistema acaba por permitir somente a visualização e, quando for o caso, um longo trabalho de georreferenciamento e vetorização caso o funcionário da companhia deseje inseri-lo em seu computador. Por este motivo, a nota acabou sendo diminuída.

⁸¹ Service Oriented Architecture (SOA)

Tabela 77: Resultado do requisito 11b – Provimento de Dados Geoespaciais

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	As informações são importadas na forma de arquivos (IBGE, IPECE, Prefeituras, etc), ora extraídos da própria internet ou enviado por tais órgãos por meio de pendrives ou CDs. Em seguida, esses são disponibilizados no SIG para consulta e uso livre dos funcionários (F9). Não são usados serviços automatizados ou geoportais para isso (F9).	Solicitar dados para outras companhias costuma ser burocrático e passa por várias instâncias. O responsável pela equipe deve repassar o pedido para a diretoria e, esta, para a diretoria da outra entidade, que repassa a demanda para sua área técnica. A espera em geral varia entre uma semana a um mês (N13). Os dados vetoriais acabam sendo disponibilizados no banco de dados geoespaciais corporativo (N13). Quando as trocas são realizadas, é sempre em forma de pendrive ou de CDs e costuma-se trocar dados com outras companhias de utilidade e com o Condado de Nairóbi (N13).	Todos os dados da FV que são enviados para o E-KÖZMŰ são repassados via Geoserver, em formatos WMS/WFS. Os dados (principalmente a parte de codificação) precisaram ser adaptados pelos próprios funcionários para se adequar ao E-KÖZMŰ (B8). Desse sistema não é possível baixar nenhum tipo de arquivo georreferenciado, somente imprimir em formato de imagem matricial (ex: .jpg, .tif, etc.) (B8).
Nota	1,5	1,0	2,0

Cabe ressaltar que a disponibilidade do serviço depende principalmente da entidade externa, porém cabe à companhia prover uma plataforma ou banco de dados onde estes possam ser acessíveis.

6.11.c. Segurança Cibernética

A segurança no meio digital tomou pauta a partir do momento que o acesso a computadores e redes (principalmente a internet) se tornou cada vez maior à população, aumentando-se a vulnerabilidade das empresas e cidadãos comuns a ataques de hackers. Para isso, devem ser feitas uma série de medidas de controle, como: acesso a sistemas e banco de dados mediante login e senha; criação de firewalls para dar restrição a dispositivos, usuários e serviços a redes fechadas; criptografia; instalação de antivírus; dentre outros.

Para companhias de água e esgoto, o hackeamento pode levar a transferências bancárias indevidas, destruição ou falsificação de arquivos e registros nos bancos de dados, ou mesmo ao gerenciamento inadequado de sistemas e estruturas hidráulicas manipuláveis a distância (por exemplo, via SCADA). Na pior das hipóteses, um “apagão” sistêmico em toda

a parte de TIC corporativo, leva a prejuízos incalculáveis e a graves riscos na continuidade dos serviços. O assunto vem sendo tratado nas companhias, de modo a garantir o funcionamento dos sistemas hidráulicos, com menção especial aos sistemas SCADA (SAURABH et al. 2012; CLARK et al. 2017).

O requisito é indireto (peso 2) por tratar das ações de segurança cibernética gerais da companhia, inclusive quanto ao acesso ao SIG ou ao banco de dados geoespaciais, por meio de serviços ou plataformas. Ainda, o requisito prevê que tais dados possam ser acessíveis por usuários e computadores externos sem apresentar riscos de hackeamento. Os resultados podem ser conferidos na Tabela 78.

Tabela 78: Resultado do requisito 11c – Segurança Cibernética

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Existe uma auditoria anual sobre a segurança cibernética da CAGECE. São apontadas algumas vulnerabilidades e o resultados tem mostrado bons desempenhos de segurança (F13, F14). Periodicamente é contratada uma empresa para tentar "hackear" o sistema, para reforçar os pontos necessários para maior atenção (F14). Existem periodicamente indivíduos (cidadãos externos) tentando invadir os sistemas corporativos. Às vezes eles atravessam algumas camadas de segurança, mas nunca chegaram ao PRAX (F13). O Firewall atual foi implantado pela empresa Fortgate. Ainda, será a adquirido o Checkpoint (produto de Israel), o mais recomendável para grandes empresas (F14). Quanto aos tablets operacionais, estes são acessíveis somente mediante usuário e senha (F9, F13, F14).	A parte de segurança foi instalada há cerca de 2 anos. A companhia já sofreu alguns problemas com hackers, especialmente no que tange o desvio de dinheiro por pagamentos de contas e a parte financeira (N4). Quando foi implementada a política, previu-se o controle de malwares, criação de firewalls e antivírus. As máquinas internas são atualizadas constantemente e tudo é mandado para um servidor. Periodicamente são feitos testes de vulnerabilidade e controle do website (N4). Desde 2015, a companhia não sofreu invasões por hackers em mais nenhuma ocasião (N4). Quanto aos tablets operacionais, estes são acessíveis somente mediante usuário e senha (N4).	A companhia possui um sistema de segurança cibernética, o qual periodicamente é avaliado por equipes internas e externas. Apesar de eventualmente ocorrerem tentativas de hackers, nenhuma delas acabou tendo sucesso nos últimos anos (B8). Quanto aos tablets operacionais, estes são acessíveis somente mediante usuário e senha (B2, B8).
Nota	3,0	3,0	3,0

As três companhias mostraram ter equipe, procedimento operacional, auditoria interna e externa e ferramentas de segurança cibernética adequadas ao esperado. Em ocasiões de hackeamento, apesar de raros e ausentes nos últimos anos, elas se mostraram prontificadas a evitarem problemas que pudessem se propagar para outros sistemas internos. No caso dos

tablets, por serem mais vulneráveis pelo fato de serem usados principalmente em campo, a solicitação de usuário e senha também traz segurança para que os dados não sejam facilmente acessíveis por externos. Deste modo, as três atingiram a nota máxima do requisito pois, apesar de nenhuma delas ser invulneráveis a ataques, a pauta é discutida e executada como prioridade.

6.11.d. Acesso ao SIG Corporativo

O acesso remoto a sistemas corporativos vem se tornando prática comum na maioria das empresas, em especial aos seus funcionários quando devem realizar serviços a distância e, ao mesmo tempo, consultar ou editar dados presentes nesses sistemas. Na era do *Home Office*, na qual questões comportamentais, logísticas e patrimoniais vêm sendo transformadas, uma vez que o espaço físico de trabalho pode se tornar menos necessário ou mais flexível, permitir o acesso a distância via web, redes e serviços, permite que a rotina dos funcionários se torne igualmente flexível.

Além dos funcionários, tais sistemas podem se tornar acessíveis ao domínio público (seleto ou geral), com as devidas restrições de acesso e direitos dos usuários conforme os casos. Igualmente, os SIGs corporativos ou banco de dados geoespaciais também podem passar por este processo, de modo a facilitar o intercâmbio de dados e informações com seus funcionários a distância e demais interessados externos.

O requisito é direto (peso 5) por tratar em específico do acesso ao SIG corporativo por parte de computadores e pessoas externas à companhia, a fim de se avaliar formas de acesso que não estejam diretamente ligadas a computadores e redes internas ao espaço físico desta, descartando-se outros sistemas corporativos que possam ser acessíveis. O resultado deste requisito por ser conferido na Tabela 79.

Tabela 79: Resultado do requisito 11d – Acesso ao SIG Corporativo

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Alguns funcionários da CAGECE já podem acessar a intranet na própria casa. No momento, não é possível ainda prever isso para o IGEO, apesar de isso já ser desejável (F9).	Há uma Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) no Quênia, que foi apoiada pela <i>Japanese International Cooperation Agency</i> (JICA) e foi para o Ministério de Terras, sendo que a NCWSC estava integrada a este projeto. No entanto, o ministro de Terras decidiu repassar este projeto para a área nacional de TIC e o projeto parou de avançar (N13).	Somente os funcionários da companhia podem acessar o MIR e o MIRTUSZ e por meio dos computadores que estão fixos no espaço físico da companhia, ou nos tablets, no caso de quem está em campo (B2, B8). No entanto, alguns sistemas corporativos são acessíveis a distância, porém somente com computadores ou notebooks oferecidos pela própria companhia (B8).
Nota	0,5	0,0	1,5

Os resultados indicam que o acesso ao SIG ou banco de dados geoespacial ocorre quase exclusivamente, no espaço físico da companhia, com exceção dos tablets para visualização dos mapas no caso de Budapeste, que ainda possui a vantagem de publicar dados sobre o E-KÖZMŰ. A abertura do acesso a SIG para não-funcionários não foi visto sequer como assunto em discussão nas companhias, mesmo que somente para visualização.

Como a FV e a CAGECE já oferecem a possibilidade de acesso a sistemas a distância, mesmo que sem contemplar o SIG, foi dada uma determinada nota, visto elas já terem estrutura para trabalharem com sistemas fora do espaço físico das companhias.

Cabe ressaltar que, a depender do perfil profissional e responsabilidades de cada equipe, esse passo será necessário para a promoção do *home office* por essas companhias.

6.11.e. Formalização da Partilha de Dados Geoespaciais

As equipes das companhias têm a consciência de que seus dados geoespaciais possuem valor e utilidade para usuários externos, seja em nível individual ou institucional. LONGLEY et al. (2013) discutem que a propriedade intelectual de informações geográficas deve ter em vista, inicialmente, frente ao que está previsto na legislação referente ao assunto, citando alguns conflitos judiciais ocorridos nos Estados Unidos e na União Europeia.

Pelo fato dos dados geoespaciais serem facilmente repassados, bem como a maior parte dos dados digitalizados, a definição da propriedade se torna mais complexa e o recomendável é alertar os interessados a respeito dos direitos de uso da informação, seja no

acesso ou nos metadados, ou em casos mais complexos, ou até mesmo formalizar em contrato. Usos indevidos podem resultar na venda de dados que podem ser obtidos gratuitamente, falsificações dos dados, plágio, ou divulgação em meio público sem prévia autorização por parte das companhias, dentre outros.

O requisito é direto (peso 5), por se tratar de formalização exclusiva na partilha de dados geoespaciais, sobretudo quando a companhia repassa tais dados a terceiros, seja por meio de hardwares (pendrives, CDs, etc.) ou por meio de serviços, sem contemplar outros tipos de dados. Os resultados do requisito estão presentes na Tabela 80.

Tabela 80: Resultado do requisito 11e – Formalização da Partilha de Dados Geoespaciais

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Existe um termo de uso da própria CAGECE, mas não há controle sobre o quê a outra parte (seja quem for) deverá oferecer em troca (F9, F15). Na maioria dos casos de órgãos públicos, é encaminhado um ofício explicando o motivo (seja em formato vetorial ou raster). Quando é privado ou particular, sempre o fornecimento do dado é cobrado, não importa qual seja a finalidade, e em formato raster (F9).	As solicitações de externos devem ser feitas às diretorias, mas nada é formalizado quanto a termo de cooperação. Não há documentos correlatos para isso (N13).	Para quem é externo, mas ao mesmo tempo de outra entidade pública (por exemplo a Companhia de Estatística Nacional ou Prefeitura de Budapeste), esses dados são distribuídos gratuitamente por meio de CD, mediante solicitação formal. No caso de particulares, o processo é o mesmo, porém pago (B2, B8).
Nota	2,0	1,0	1,0

As três companhias apresentaram perfis semelhantes, com dificuldade em monitorar o que ocorrerá com o dado e que, em geral, basta a aprovação das hierarquias e a formalização do pedido a elas. Nesse caso, a CAGECE teve nota superior às outras duas por ter concebido um termo de uso, apesar de ainda não realizar o devido controle ou mesmo estabelecer contrapartidas, o que ainda limita o alcance da nota máxima.

6.11.2. Resultado do atributo: Integração Externa

O resultado do atributo Integração Externa, composto por 5 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 81.

Tabela 81: Resultados para o atributo 11 – Integração de Sistemas Externos

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
11a	Partilha de Dados Geoespaciais	5	3,0	3,0	3,0
11b	Provimento de Dados Geoespaciais	5	1,5	1,0	2,0
11c	Segurança Cibernética	2	3,0	3,0	3,0
11d	Acesso ao SIG Corporativo	5	0,5	0,0	1,5
11e	Formalização da Partilha	5	2,0	1,0	1,0
Fator multiplicador			1,51%		
Resultado (%)			59,03	43,88	62,81

Para o atributo, os resultados das três companhias se mostraram medianos, o que mostra haver limitações no intercâmbio de dados e informações geográficas em nível individual ou de toda uma entidade. Os três pontos que marcaram esses resultados foram: ausência ou pouca troca mediante serviços; ausência de política de formalização e de contrapartidas, e; restrição exclusiva do uso ou visualização do SIG ao espaço físico da companhia.

Por outro lado, a disponibilidade da companhia em compartilhar seus dados e a segurança cibernética apresentaram ótimos resultados, o que demonstra abertura e interesse em novas possibilidades. Cabem às companhias conceberem diretrizes de uso de seus dados para usufruírem das informações produzidas por terceiros e, também, se envolverem em projetos de Infraestrutura de Dados Espaciais, em parceria com outras entidades, a fim de tornar o intercâmbio entre elas viável mediante serviços e com possibilidade de se trocar dados vetoriais georreferenciados para facilitar o trabalho desses sobre os SIGs.

Outra medida recomendável é o estabelecimento de parcerias mediante intercâmbio direto entre as áreas técnicas de diferentes entidades, a fim de se evitar solicitações em níveis de diretoria para os interesses pontuais.

6.12.a. Relatório de Sustentabilidade

O relatório de sustentabilidade é um documento, frequentemente aberto ao público e acessível via internet no website das empresas. GAZZOLA & MEO COLOMBO (2011) apontam que, alguns dos principais benefícios proporcionados pela publicação dos Relatórios de Sustentabilidade (ou semelhantes), são os seguintes: instrumento de interação social e

análise social de custos e benefícios; reforço do elo entre a companhia e seu território; transparência e melhoria de reputação; visão holística do tripé da sustentabilidade (social, econômico e ambiental); suporte a planejamento e tomadas de decisão corporativas, e; vantagens econômicas.

No Brasil, já existem companhias de água e esgoto que publicam periodicamente relatórios de sustentabilidade, como a SABESP (estado de São Paulo), a SANEPAR (Paraná) e a CAESB (Distrito Federal). Em outros países a prática em companhias de água e esgoto também é comum, como a Lydec (Casablanca – Marrocos), PUB (Cingapura), DEWA (Dubai – Emirados Árabes Unidos), dentre outras. Ressalta-se que tais companhias, por prestarem serviços de interesse público, acabam sendo direta ou indiretamente mais pressionadas a publicarem tais relatórios para avaliação por parte dos cidadãos, ao contrário de empresas privadas que possuem nichos de mercado mais específicos.

Trata-se de um requisito indireto (peso 2), por não se relacionar diretamente com os dados geoespaciais. Porém, devido à importância de tais relatórios para esclarecimento a toda população a respeito da situação e resultados gerais da companhia de aspectos administrativos, operacionais e de planejamento de ambos, viu-se a necessidade de se integrá-lo a este atributo como complemento. O resultado pode ser observado na Tabela 82.

Os resultados mostraram que as três companhias divulgam periódico e gratuitamente informações a respeito de sua gestão e operação, com auxílio de indicadores e em linguagem acessível à população. Os relatórios da CAGECE e a FV se apresentaram mais completos, com destaque aos eixos ambiental, social e econômico e com ênfase nas ações realizadas no ano analisado. Entretanto, como no caso da CAGECE a periodicidade da publicação não foi constante, conforme periodicidade anual ou bienal desejada no requisito, a nota foi diminuída. No caso de Nairóbi, apesar do Strategic Plan divulgar uma série de informações úteis da companhia e de seus principais planos, não se tratou exatamente de um relatório de sustentabilidade, porém de bom uso para toda a população como referência daquilo que vem sendo feito pela companhia.

Tabela 82: Resultado do requisito 12a – Relatório de Sustentabilidade

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Em 2013, foi publicado o Relatório de Sustentabilidade no website, o qual por meio de indicadores, e dados autoexplicativos apresentam informações sobre: perfil institucional; governança corporativa; dimensão econômica; dimensão social, e; dimensão ambiental. Foi publicado um novo relatório em 2018, referente ao ano de 2017. A elaboração foi feita em conjunto com pessoas de todas as áreas das companhias (F15). Paralelamente, é publicado anualmente o Relatório de Administração CAGECE, o qual apresenta um resumo da situação patrimonial, contábil e financeira da companhia, com detalhamento da gestão dos ativos, financiamentos, despesas com capital humano, dentre outros detalhes (F9).	Existe um relatório com diversos indicadores da companhia, mas para uso interno, especialmente aos diretores, o qual é elaborado pelo departamento de planejamento e monitoramento (N1). Para a população, é divulgado somente o STRATEGIC PLAN no website, o qual publica um planejamento do orçamento da companhia e para quais despesas serão direcionados e indicadores (sistemas de água e esgoto; tecnologia da informação; equipamentos; capacitação, etc.) e as principais metas a serem alcançadas. Ainda, há um breve diagnóstico a respeito da situação atual do saneamento e da governança corporativa, com detalhamento das principais partes interessadas e parcerias institucionais. Este foi publicado em 2014, com horizonte até 2019.	Entre os anos 2005 e 2010 eles publicaram os Relatórios de Sustentabilidade no website, porém com poucas informações, somente com os resultados finais dos balanços, como capital humano, satisfação dos clientes, amostras de qualidade da água e situação dos ativos e finanças. A partir de 2011, a companhia aprimorou esse e juntou novas informações, principalmente a respeito das operações técnicas da companhia, com indicadores de eficiência, serviços realizados no exterior, passando a chamá-lo de Relatório Anual. Desde então, ele é anualmente divulgado no website, sendo que a última publicação é de 2017.
Nota	2,0	1,5	3,0

6.12.b. Atendimento ao Cliente

O requisito trata de todas as ações e gestão interna da companhia de modo a atender às demandas de seus clientes. Sistema de informação, banco de dados, equipe treinada, articulação com as equipes de operação e manutenção e monitoramento do índice de satisfação deles com relação aos serviços são algumas das expectativas para que as companhias atinjam bons resultados nesse tema.

Na Finlândia, HEINO & ANTTIROIKO (2016) realizaram uma pesquisa sobre a relação de comunicação entre cliente e companhias de água e esgoto em 11 municípios com 74. Identificaram que comunicações prévias a respeito de interrupção ou anomalias nos serviços, dicas de consumo sustentável, cuidados com o congelamento de tubulações e divulgação dos principais projetos por meios como website ou revistas costumam ser sempre bem vindos. Por outro lado, a população entrevistada ainda sente certo distanciamento com relação às companhias e falta de confiança nas relações, principalmente no que tange questões

financeiras, e as companhias tendem a ter dificuldades em resolverem casos mais específicos, em capacitar o corpo técnico do Atendimento ao Cliente a fazer adaptações às rápidas transformações socioculturais que vêm ocorrendo nos últimos anos.

Trata-se de um requisito direto (peso 5) pois, toda informação relativa a um cliente ou uma solicitação por ele feita está atrelada a endereços ou localidades georreferenciáveis, e a companhia precisa de tais dados para qualquer controle do atendimento às solicitações. No mais, o requisito trata, principalmente, da quantidade e qualidade de informações produzidas pela equipe de Atendimento ao Cliente de modo a satisfazer às demandas da população e enriquecer o banco de dados da companhia. Os resultados podem ser vistos na Tabela 83.

Tabela 83: Resultado do requisito 12b – Base de Dados dos Clientes

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	O atendimento ao cliente é unificado para toda a CAGECE, por meio do sistema PRAX e acaba subsidiando decisões sobre projetos específicos nas áreas urbanas. Foram mencionados exemplos como o transbordamento de efluentes de esgoto nas redes ou então alto grau de ociosidade de redes e a necessidade das comunidades fazerem a ligação (F10, F15). Onde há reclamação específica, há intervenção. Todas as áreas da empresa têm indicadores e metas, inclusive a de Atendimento ao Cliente, o que inclui a satisfação deles perante a ação da CAGECE conforme chamado realizado (F11, F12).	Todos os chamados feitos pelos clientes são abertos, acompanhados e fechados. Tudo é registrado num SGDB unificado, com o histórico de, pelo menos, os últimos 5 anos (N8, N15). Ao final do fechamento do chamado, é perguntado ao cliente se ele está satisfeito ou insatisfeito, por meio de mensagem de telefone celular (sms). Caso o cliente ainda esteja insatisfeito, é criado um segundo chamado em cima do primeiro para apuração. Em média 94% dos chamados são resolvidos na primeira vez (N8).	O Atendimento ao Cliente unifica todas as demandas de Budapeste e cidades do entorno atendidas pelos serviços de água e/ou esgoto da companhia (B9, B10). Também se utiliza a plataforma MIR, pois está relacionada ao SAP (histórico dos clientes, tarifas, ligações às redes, etc.) para consulta de mapas de localização (B2). Para todo chamado é aberto um processo e, pela plataforma SAP/MIR comunica-se às equipes de operação, as quais após atendimento encerram o processo (B1, B2). A avaliação do atendimento também é feita pelos clientes, por meio da aplicação de questionários por toda a cidade (serviço de terceirizada), ou então pela classificação do atendimento com emoticons⁸² e sorrisos (quando os clientes vão pessoalmente às agências), quando ligam avaliam, ou outros métodos (B9, B10). Territorialmente, fazem a avaliação por cidades inteiras (B9).
Nota	3,0	3,0	3,0

As três companhias apresentaram similaridades como a área de Atendimento ao Cliente trabalhar de forma unificada em todo território de atuação e sempre levantar os índices de satisfação deles, mesmo que por meios diferentes (notas por sms. emoticons, questionários, etc.). Ainda, as três possuem o histórico de chamados dos clientes e boa

⁸² Comunicação paralinguística baseada em rostos, símbolos que indicam expressões emocionais.

articulação com as equipes operacionais regionais para sanar demandas ou reclamações, o que resultou em nota máxima para as três.

6.12.c. Interrupção/reestruturação de redes

A interrupção e reestruturação das redes podem ocorrer por motivos variados, como conserto de vazamentos, implantação de novas redes, higienização e quaisquer outros reparos. As intervenções podem ocorrer em período noturno ou diurno e, além de interferências no tráfego, elas podem causar outros transtornos como: aumento do risco de acidentes com pedestres, principalmente crianças; bloqueio de acesso a garagens aos moradores locais; diminuição da frequência de clientes nos estabelecimentos comerciais; geração de ruído, poeira e poluição do ar devido ao uso de veículos pesados; diminuição da privacidade, agravamento de riscos de acidente no período noturno pela menor visibilidade, e eventuais conflitos entre a comunidade e os funcionários; etc. Na Figura 44 e na Figura 45 é possível observar o que ocorre nas vias afetadas.

Considerando-se tais problemas, é fundamental que haja um canal aberto de comunicação por parte da companhia, cujo início das ações deve ser prévio às intervenções, de modo a trazer esclarecimentos e minimizar quaisquer tipos de incômodos que forem ocasionados.



Figura 44: Intervenção noturna na rua Peixoto Gomide (São Paulo-SP) em setembro de 2015, para troca de tubulações de esgoto da SABESP. Foto retirada pelo autor.



Figura 45: Intervenção em rede de esgoto em Quito (Equador), realizado pela companhia EPMAPS, em julho de 2017.

Fonte: <https://www.aguaquito.gob.ec/> - acesso em 15/09/2018.

O requisito é indireto (peso 2), por não se tratar do uso e gestão de dados

geoespaciais. Como complemento, ele é útil para medir de quais formas a companhia busca esclarecer e preparar as populações a serem afetadas em suas obras e como que este canal de comunicação é trabalhado para manter transparência e cooperação entre as partes. O resultado pode ser conferido na Tabela 84.

Tabela 84: Resultado do requisito 12c – Interrupção/reestruturação de redes

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	As intervenções que levam interrupção dos serviços são publicadas na internet, sejam as emergenciais como as de manutenção (F3) Diversas vezes a CAGECE é multada por interferência no trânsito pela Prefeitura. Apesar do controle feito pela equipe da companhia e empresas terceirizadas, com posicionamento de cones e orientações do trânsito. Em geral entra-se com um recurso contra a multa, sendo que frequentemente a Prefeitura aceita o recurso (F9). Há programadores de serviços de manutenção em cada uma das UNs, que organizam as equipes, as quais podem mudar a ordem das intervenções mediante aprovação do programador (F3). Para projetos maiores, quando são implantadas novas redes, é feito um trabalho com comunidades, às vezes de porta a porta. Sempre é avisado à população sobre o que acontecerá na região, quais serão as intervenções, a importância das obras e uma estimativa aproximada das datas e horários. Segue junto a um trabalho de educação ambiental sobre a importância das redes de saneamento e também para melhorar a imagem da companhia (F11, F12).	As manobras na distribuição de água que acabam por interromper serviços em determinadas áreas são amplamente divulgadas na mídia, internet, jornais, rádio, e no próprio website, além dos caminhões que circulam pelas áreas afetadas com caixas de som. Tudo isso é feito com pelo menos uma semana de antecedência para o pessoal ir armazenando água ou encomendar por caminhão pipa, etc (N6). Para pequenas intervenções os moradores são notificados presencialmente logo antes do início da obra, a respeito do que será feito, já com data e horários estimados sobre o fim do trabalho (N6).	Quando ocorre uma anormalidade no abastecimento, a companhia manda papéis informativos para os bairros, avisando para os moradores que haverá falta d'água. O atendimento ao cliente está sempre ciente de dar respostas à população, bem como avisam na própria rua, interfonando a algumas casas. Em geral com uma boa antecedência, superior a uma semana. (B9, B10) Pelo website, a companhia informa as intervenções previstas em Budapeste por meio de um mapa interativo – <i>munkatérkép</i> (base GoogleEarth, conectado ao MIRTUSZ), com a localização de todas elas e as datas do período de início e fim do serviço (B2, B8).
Nota	2,0	2,0	2,5

Os resultados indicam que as companhias acionam profissionais e meios de comunicação para se articularem com a população a respeito das intervenções e das consequências dessas no dia a dia das pessoas com antecedências distintas, porém julgadas de bom período para que a população realize eventuais adaptações durante o processo. Entretanto, essa comunicação eventualmente é feita diretamente aos usuários e, em tais casos, as companhias contam com as comunidades locais para que a notícia seja amplamente divulgada.

Budapeste teve uma nota um pouco melhor que as outras duas pelo fato de garantir boa antecedência das intervenções e por colocar em tempo real sobre mapa interativo todas as

intervenções realizadas na cidade, dando maior precisão e propiciando melhor planejamento por parte dos cidadãos afetados.

6.12.d. Publicação Cartográfica

A linguagem cartográfica tem importante papel na divulgação de dados e informações geográficas, pelo fato de tornar imagem posicionamento e abrangência de objetos e de eventos por meio de referências espaciais e de simbologias.

CRAMPTON (2001) viveu o momento em que se iniciou a discutir a Visualização Geográfica⁸³ a qual se refere à habilidade de mapas, gráficos e imagens tornarem visíveis as relações espaciais. Nesse aspecto, ele enfatizou que *o objetivo da comunicação é a clareza, e o conhecimento e familiaridade do usuário com o mapa são importantes fatores para se alcançar essa clareza* (p. 237). ELWOOD (2008) entra com as plataformas cartográficas interativas na internet e na informação geográfica voluntária, mostrando a diversidade de formas com que o espaço pode ser manipulado ou representado na era das redes digitais, cujas aplicações demandam maior compreensão desses processos por parte dos cartógrafos e dos usuários.

O requisito é direto (peso 5) por tratar diretamente do uso de informações geográficas nos veículos de comunicação da companhia de maneira geral. Mesmo que para a elaboração desses mapas nem sempre sejam necessários dados geoespaciais do SIG corporativo ou do banco de dados, essas publicações contribuem para esclarecer à população a espacialidade dos objetos e fenômenos nos projetos e ações da companhia e servem de esclarecimento complementar, ou mesmo mais eficiente, que a linguagem textual em certos casos. Os resultados deste requisito podem ser vistos na Tabela 85.

⁸³ Geographic Visualization (GV)

Tabela 85: Resultado do requisito 12d – Publicação Cartográfica

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	A companhia possui uma revista própria (Revista CAGECE), publicada desde 2016, na qual sempre há alguns mapas a respeito de projetos que envolvem territórios maiores os de escala intermunicipal ou de recursos hídricos Pelo IGEO, pretende-se trazer transparência à população. Os dados a serem disponíveis dependerão da aprovação das equipes. A mancha de vazamentos e problemas de atendimento estão sendo cogitados para aparecer. É provável que seja somente visualização (F9). Os mapas dos projetos são utilizados nas reuniões de trabalho social, para a população conhecer melhor os traçados das redes e as propostas (F11, F12). A mídia tem divulgado frequentemente mapas elaborados pelas equipes da CAGECE a fim de esclarecer determinados projetos e situações. Às vezes eles são encomendados, ou a própria companhia que disponibiliza (F9, F11).	No website, o único mapa identificado foi o do limite das unidades regionais de operação da NCWSC. Foi alegado que grande parte da população tem pouco conhecimento da linguagem cartográfica e que não seriam capazes de interpretá-los, ou então estes poderiam provocar certa confusão e afetar a imagem da companhia nas comunidades (N6).	A companhia tem uma série de panfletos que podem ser baixados na internet. Quando tratam de questões relacionadas a territórios (por exemplo questões ambientais), frequentemente há mapas para ilustração. Mesmo no relatório histórico dos 140 anos da companhia, foram publicados mapas antigos. Os relatórios anuais e de sustentabilidade contam com um a dois mapas cada publicação, identificando as principais estruturas e cidades atendidas. Qualquer cidadão húngaro pode acessar o site do E-KÖZMŰ e visualizar toda a rede da FV. Além deste, há o mapa interativo no website com as intervenções, como detalhado na análise do requisito 12c (B8).
Nota	1,5	0,0	2,5

Em Nairóbi, as limitações apresentadas a respeito de falta de conhecimento por parte da população levantam questões relacionadas ao nível de instrução da população atendida, o que pode limitar a comunicação por linguagem cartográfica. Entretanto, essa limitação não justifica a ausência de publicações, uma vez que textos e outras formas de se comunicar poderiam ser utilizadas junto a mapas e, apesar da companhia ter corpo técnico habilitado para elaboração desse material, não houve pontuação.

Na CAGECE, há o emprego de mapas em alguns trabalhos técnicos produzidos e apoio à imprensa, o que demonstra esforços consideráveis em divulgar informações por meio da cartografia, porém ainda sem avanços no que tange a publicação de mapas interativos em meio digital. A FV já mostrou avanço nesse ponto com o acesso livre às plataformas E-KÖZMŰ e com os incidentes nas redes e previsões de intervenção no trânsito e de interrupção dos serviços – *Munkatérkép*, mostrando-se habilitada para expandir para comunicação interativa de outros tipos de informações geográficas.

6.12.e. Visita Técnica em Estruturas

O interesse público em visitar as estruturas e conhecer as equipes técnicas necessárias para o funcionamento dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário é notável, uma vez que essa busca pode ser muito esclarecedora sobre o funcionamento e desafios enfrentados diariamente para esses serviços essenciais às metrópoles. Para o público de estudantes, os assuntos tratados numa visita técnica podem tocar diversas disciplinas e assuntos ensinados pelos professores e, a universitários e pesquisadores, essas oportunidades podem render objetos de pesquisa sobre assuntos variados.

Cabe à companhia estabelecer uma política para acolhimento de tal público, de modo a trazer esse conhecimento, porém sem provocar incômodos às equipes técnicas e não envolver eventuais riscos ocupacionais aos visitantes.

O requisito é indireto (peso 2) por não se tratar de informações geográficas. Porém, tais visitas demonstram o interesse da companhia em esclarecer suas atividades à população, desde cidadãos a especialistas em sistemas de água e esgoto, o que fortalece e aproxima as relações dos funcionários com cidadãos externos e, conseqüentemente, pode gerar comunicação mais profunda, esclarecedora e confiável por parte da companhia. Os resultados do requisito podem ser observados na Tabela 86.

As três companhias pesquisadas mostraram interesse e capacidade em receber pessoas externas em suas estruturas com determinada frequência, seja para cidadãos comuns quanto estudantes e pesquisadores e abrem demais possibilidades de visitas técnicas. Nos três casos foi visto a consciência de estar se tratando de um assunto público e, especialmente em Fortaleza e Budapeste, há ampla divulgação sobre a possibilidade de visitas técnicas aos cidadãos ao longo do ano, garantindo-lhes a nota máxima sobre neste requisito.

Tabela 86: Resultado do requisito 12e – Visita Técnica em Estruturas

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Existe um programa na companhia para abertura de visitas a escolas, universitários e comunidades em geral (F11). Há um auditório na ETA Oeste e na Estação de Pré Condicionamento (EPC) para receber visitantes, onde podem ser dadas explicações a respeito da operação da estrutura e demais serviços da CAGECE (F1). No caso da ETE Guadalajara, há visita de grupos cerca de uma vez por mês (F2). Há uma agenda para visita livre dos cidadãos para a ETA Gavião e aos laboratórios. A procura é grande durante todo o ano e a CAGECE tem visto com bons olhos a iniciativa, pelo fato da visão dos cidadãos perante a companhia se tornar mais positiva (F11, F12).	A companhia está aberta para visitas de forma geral, sendo que frequentemente escolas, grupos universitários e de nível técnico comparecem nas instalações. Basta entrar com um pedido à companhia que se inicia a articulação com as equipes técnicas a respeito de datas e horários (N1, N6). A questão do custeio do transporte é negociada, e a depender do caso, a própria companhia custeia o transporte para os interessados (N6).	Com os funcionários existem visitas constantes para os estabelecimentos, principalmente em tempos de integração dos novos. Eles fazem visitas em estruturas de água, esgoto, ações de desinfecção, nos reservatórios de distribuição, etc (B7). A ETE Central de Budapeste (BKSZTT) é constantemente visitada por externos, húngaros e inclusive estrangeiros (B3). Há unidades que são totalmente restritas, inclusive para outros funcionários, em geral por motivos de segurança patrimonial ou ocupacional (B4, B7). Para o Dia Mundial da Água eles organizam um evento no reservatório e patrimônio histórico de <i>Kőbányai</i> convidando toda a população, respeitando-se os limites de lotação (B7). Na rede social Facebook são divulgadas as oportunidades de visitas à população e qualquer cidadão pode se inscrever, inclusive as crianças (B7).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.12.2. Resultado do Atributo: Transparência e Comunicação

Os resultados referentes ao atributo Transparência e Comunicação, o qual é composto pelos 5 requisitos analisados neste subcapítulo, e respectivos pesos e porcentagens alcançadas, estão apresentados na Tabela 87.

Tabela 87: Resultados para o atributo 12 – Transparência e Comunicação

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
12a	Relatório de Sustentabilidade	2	2,5	1,5	3,0
12b	Base de Dados dos Clientes	5	3,0	3,0	3,0
12c	Interrupção/reestruturação de Redes	2	2,0	2,0	2,5
12d	Publicação Cartográfica	5	1,5	0,0	2,5
12e	Visitas Técnicas em Estruturas	2	3,0	3,0	3,0
Fator multiplicador			2,08%		
Resultado (%)			78,125	58,33	92,70

Os resultados deste requisito mostram que as companhias estão constantemente buscando se esclarecer à população servida sobre as ações e projetos que vem realizando, por meio de vários canais. Num comparativo frente às três, nota-se que o desenvolvimento econômico e nível de instrução médio das populações atendidas podem afetar o resultado, principalmente por este tratar de questões próximas às culturas locais e exigências feitas por cidadãos, governos e legislação. De toda forma, foi unânime entre as companhias a abertura de portas a seus cidadãos e demais interessados em visitas.

Na comparação entre elas, Nairóbi teve desvantagem com relação à Fortaleza principalmente pela dificuldade da população em consultar e interpretar mapas e por não ter um relatório de sustentabilidade pleno de interesse do público. Fortaleza teve leve desvantagem com relação a Budapeste, por esta segunda ter mais costume de publicar mapas e contar com um mapa interativo em seu site e, ainda, por ter um relatório de Sustentabilidade um pouco mais completo.

6.13.a. SIG Participativo

Os SIGs participativos⁸⁴ são plataformas digitais cartográficas interativas, as quais convidam que seus usuários insiram dados e informações georreferenciadas a respeito de um (ou mais) temas. Algumas plataformas na contemporaneidade são altamente influenciadas pelas informações geográficas voluntárias (VGI), como o Google Maps, no qual usuários podem mapear estabelecimentos comerciais e industriais, inserir fotos e realizar comentários

sobre os serviços prestados, ou o Openstreetmap no qual se podem inserir vetores georreferenciados em centenas de categorias diferentes.

MUKHERJEE (2015) diz que, *para que os SIGs participativos tenham impacto sustentável é ter o apoio dos órgãos de governo e parcerias com comércio e indústria que queiram compartilhar dados e envolver o público. Os PPGIS deverão crescer conforme testemunhado no passado. No entanto, o desafio da sustentabilidade permanecerá (p.390).* Isso se dá ao fato dessas plataformas nem sempre serem levadas em conta oficialmente por empresas ou pelo governo, tornando-se um meio de diálogo entre cidadão-cidadão, porém sem dar subsídio a tomadas de decisões, inclusive por gerar dúvidas como qualidade e confiança dos dados gerados sobre elas.

Para a gestão hídrica, algumas soluções de PPGIS já foram pesquisadas para viabilidade ou implementação, como na gestão dos recursos naturais da bacia do rio Meinong Water Butterfly em Taiwan (TSAI et al. 2013), na província de Québec (Canadá) para a coleta de dados sobre monitoramento da qualidade de água bruta (BEHMEL et al. 2018) e na Finlândia a respeito dos corpos d'água e uso desses para turismo recreacional (LAATIKAINEN et al., 2017).

O requisito é direto (peso 5), por se referir aos meios, criados ou não pela própria companhia, para que a população possa detalhar sobre plataforma georreferenciada questões, queixas e sugestões a respeito dos serviços de água e esgoto e torná-los de acesso gratuito e livre ao público. Os resultados estão presentes na Tabela 88.

Tabela 88: Resultado do requisito 13a – SIG Participativo

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	No momento, não há nenhum tipo de iniciativa de SIG Participativo, e o assunto está somente em estudo no âmbito do projeto IGEO (F9).	Não há SIG Participativo, nem mesmo previsão ou projeto ligado a este assunto. Apesar disso, existem iniciativas paralelas à companhia, como os projetos OpenStreetMap e o MapKibera. Porém nenhuma dessas plataformas e dados disponíveis nelas são utilizadas na companhia (N13).	Não há SIG Participativo, nem mesmo previsão ou projeto ligado a este assunto (B8).
Nota	0,0	0,0	0,0

As três companhias demonstraram resultado nulo sobre o uso de PPGIS ou de VGIs, o que indica não haver participação direta e transparente da população na visualização e criação de dados georreferenciados a respeito do que ocorre nas localidades, sendo que somente as equipes das companhias possuem acesso a tais. Durante as entrevistas, os

principais motivos que levaram ao quadro estão relacionados à vulnerabilidade que tal iniciativa poderia acarretar às companhias, bem como elevar a quantidade de críticas aos serviços por parte da população e da imprensa e, devido a dificuldades institucionais (em maior grau) e tecnológicas (em menor grau). Não há previsão para lançamento de projeto do tipo, o que também se vê na dificuldade, ou ausência, de estudos e artigos tratando desse assunto diretamente aos serviços de água e esgoto.

6.13.b. Consulta Popular

A concepção de um projeto ou tomadas de decisões feitas pelas companhias podem afetar, no caso de metrópoles, a vida de dezenas, centenas de milhares ou mesmo milhões de cidadãos atendidos pelos serviços de água e esgoto. Nesse sentido, com tal responsabilidade pública, é necessária a participação dos cidadãos, grupos e associações, para conscientização das ações da companhia. Inclusive, espaços e eventos que permitam a elas se manifestarem são bem vindos, onde possam dar opiniões e prevendo situações particulares a respeito da ação vindoura, de modo a tornar as relações institucionais mais harmônicas, a avaliar sugestões e influenciar positivamente as áreas e populações afetadas.

Trata-se de um requisito indireto (peso 2), por tratar de todas as formas de sugestões dadas pela população, que podem estar relacionadas a assuntos como segurança ocupacional, contabilidade e economia, direitos e deveres do cidadão, educação em meio ambiente e saúde pública, que vão muito além de questões geográficas como alternativas locais e elaboração de mapas colaborativos. Os resultados estão presentes na Tabela 89.

No caso da CAGECE, as ações de consulta popular foram apresentadas demonstrando eficiência e bons resultados no que tange a coleta de informações relevantes para os projetos, mesmo que estes ocorram em áreas nobres da cidade ou em suas favelas. A mobilização dos funcionários de responsabilidade social, organizações e cidadãos locais antes, favoreceram o atendimento pleno a este requisito. Para a NCWSC e FV, as ações propostas de consulta são adequadas, porém pontuais, ligadas exclusivamente a eventos como audiências públicas ou conferências, que abrem espaço para sugestões, porém não promovem uma cultura permanente de participação social.

Tabela 89: Resultado do requisito 13b – Consulta Popular

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	A equipe de Responsabilidade Social da CAGECE possui cerca de 65 funcionários, os quais atuam na RMF e em todo o estado do Ceará, nos municípios atendidos pela Companhia (F11, F12). Onde há redes com altos índices de ociosidade, a equipe de Responsabilidade Social da CAGECE realiza um trabalho local com as comunidades a fim de verificar os motivos que levam à não conexão das redes por meio de ações de Educação Ambiental, porta a porta ou em reuniões coletivas (F11). Para novos projetos, foi exemplificado o projeto das redes de esgoto nas bacias CD1, CD2 e CD3 em área nobre de Fortaleza. Foram formados voluntários para difusão de conhecimento na região, seja quanto ao projeto em si como importância dele e educação ambiental, focando nos moradores locais. Em tais projetos, é feito um diagnóstico da área junto à população local, a fim de mobilizá-los (F11, F12). Em geral, para os projetos de abastecimento, bastam as reuniões com o público atingido, enquanto que para obras de esgotamento (F12). É muito comum os bancos, após financiarem obras de saneamento, exigirem contrapartidas de comunicação socioambiental, como a Caixa Econômica, BNDES e o KFW (Alemanha) (F11, F12). Complementarmente, há na companhia um incentivo a voluntariado aos funcionários, onde estes podem por 4 horas/mês se dedicarem a atividades em ONGs ou demais trabalhos de interesse social (F11).	Quando novos projetos são elaborados, eles são amplamente divulgados na mídia. Caso a construção leve a interrupções periódicas dos serviços de saneamento, a população, esta é notificada a respeito e há uma conferência com a população e a imprensa (N6). É feita uma única audiência sobre o projeto (na própria rua, em estádios, praças, outros locais públicos) e qualquer cidadão pode participar e sugerir alterações caso necessário (N6). Para pequenos projetos com baixos transtornos, não são feitas audiências, somente notificações (N6). Os projetos são feitos dentro do cronograma para evitar reclamações, ainda mais quando tem interrupção (N6). No caso de um recente projeto de esgotamento, para as áreas urbanas de <i>Riruta</i> e <i>Kawangware</i> foram aplicados questionários à população previamente ao início de sua implantação.	Na concepção de projetos de pequeno porte, são feitas somente notificações à população local e, caso haja locais de interesse público (ex: hospitais e escolas) os quais possam passar por limitações no funcionamento devido ao tráfego gerado ou interrupções pontuais de serviços de água e esgoto, são feitas negociações sobre horários e intervenções (B7). Para obras de grande porte, são organizadas assembleias abertas a toda população e as considerações são avaliadas pelas equipes técnicas e construtoras (B7).
Nota	3,0	2,0	2,0

6.13.c. Participação Popular em Áreas Irregulares

Assim como analisado no requisito 3.d., neste requisito é conferido o modo como os cidadãos de áreas irregulares e favelas se voluntariam no fornecimento de dados para diagnóstico, na participação na concepção de projetos e na continuidade das operações dos serviços de água e esgoto em tais áreas.

Na cidade de Suva (Ilhas Fiji), SAUNDERS et al. (2016) relataram que uma população residente em área irregular foi convidada a realizar sobre o software Google Earth o mapeamento de pontos de interesse sobre o local onde moravam e entorno, com destaque às residências dos participantes (*household system mapping* - HSM) e, além de estruturas físicas, também pontos de aspectos sociais, econômicos e ambientais relevantes. Foi montada uma modelagem a respeito dos equipamentos (torneiras, privadas, pinicos, etc.) e serviços de saneamento básico disponíveis em cada casa e a própria população inseriu esses dados nas reuniões com os pesquisadores, de modo a subsidiar políticas públicas no assunto, sendo que o material final foi entregue ao *National Development Public Consultation*.

Em São Paulo-SP, GUIMARÃES (2016) relata que, para a inclusão de populações residentes em favelas no sul da cidade, foi preciso realizar um levantamento das famílias que se beneficiaram deste programa, por meio da *análise de sistema de informações dos usuários de informação georreferenciada*⁸⁵ e aplicados questionários de mapeamento de usuários socioeconômicos elegíveis e abordagem aos moradores (p. 83). Dessa forma, entende-se que além do georreferenciamento, cabe a participação dessa população no levantamento de dados para que possam futuramente terem direito e acesso aos serviços de água e esgoto.

O requisito é direto (peso 5) pelo fato desse levantamento de dados georreferenciáveis serem de fundamental importância para que os serviços possam ser integrados às favelas e na resolução de questões de cunho técnico e social que venham a surgir. Os resultados podem ser observados na Tabela 90.

Em Nairóbi, há profissionais da companhia responsáveis por determinadas áreas e, em Fortaleza com as CASAs, o convívio acaba por aproximar ainda mais essas populações e o acionamento da companhia para sanar determinadas demandas acaba por se tornar mais prático. Apesar de no início ambas identificarem dificuldades com o contato com essas populações, o acompanhamento de profissionais de responsabilidade social e ciências sociais acaba por facilitar a articulação e, com o andamento dos projetos, a confiança passa a ser naturalmente estabelecida. Nesse sentido, visto a presença de medidas socioeducativas permanentes sobre essas áreas, as companhias obtiveram nota máxima.

Como em Budapeste favelas e áreas irregulares, de urbanização desestruturada, são ausentes, automaticamente lhe foi atribuída a nota máxima.

⁸⁵ Grifo nosso.

Tabela 90: Resultado do requisito 13c – Participação Popular de Áreas Irregulares

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Todas as iniciativas contempladas no requisito 13b também são contempladas no caso de favelas e áreas irregulares, sendo que a prioridade de ação da equipe de Responsabilidade Social ocorre principalmente nas áreas mais vulneráveis (F11, F12). Especialmente para estas, existe parceria da CAGECE junto a Comissões de Acompanhamento Socioambiental (CASA), as quais auxiliam os profissionais da companhia (das equipes técnicas ou de responsabilidade social) a se entrosarem com as comunidades mais pobres ou nas favelas (F12). Os clientes em tais áreas que possuíam irregularidades foram convidados a comparecer nas kombis móveis e regularizar os boletos pendentes de pagamento, sem aplicação de multas. Essa operação teve início na Unidade Metropolitana Leste (UNMTL), no bairro Damas, por ser o que mais tinha ligações irregulares, apesar de ser área já regularizada pela prefeitura (F11, F12).	Nas áreas irregulares a comunicação é mais direta. Existem agências específicas da NCWSC para cada favela com um profissional para atender às demandas das equipes técnicas e de Atendimento ao Cliente. Em Kibera, os toaletes públicos (<i>Abblution Blocks</i>) foram construídos pela própria comunidade, com patrocínio da companhia. A própria comunidade cuida e escolheu os locais apropriados (N10).	O atendimento na cidade já é universal e não há favelas ou áreas que possam ser chamadas de “irregulares” (B2).
Nota	3,0	3,0	3,0

6.13.d. Uso Racional da Água

O tamanho das metrópoles, seja com demografia estável ou em crescimento, incita a uma alta demanda de água num território bastante densificado, o que induz a pressão no uso de seus mananciais, ou mesmo a captação de água em áreas e bacias hidrográficas mais afastadas. Deste modo, o consumo consciente da água por parte da população pode ter papel chave na sustentabilidade urbana.

Existem várias formas de se induzir o uso racional da água e o assunto já foi objeto de pesquisas. No Irã, Bidhendi et al. (2008) pesquisaram um complexo de apartamentos num bairro de classe média de Teerã onde instalaram medidores de vazão nos equipamentos (torneiras, descargas, chuveiros, lava-roupas, etc.) e informaram a essa população que buscassem diminuir o consumo de água visto a escassez na época. Como resultado, houve reduções em todos os pontos dos apartamentos, desde as descargas (6%) às torneiras do banheiro para lavar as mãos e escovar os dentes (34%). Na província de Queensland (Austrália), FIELDING et al. (2013) realizaram o monitoramento de 221 residências na cidade de Brisbane a fim de identificar quais métodos são os mais eficientes para promover a redução de consumo, desde a instalação de medidores como feito em Teerã, a campanhas de

comunicação e a aplicação de questionários antes e depois da pesquisa. No resultado, viu-se que todos os métodos são eficientes na promoção da redução, porém quando os níveis dos mananciais voltaram ao normal, o consumo das residências estudadas voltou aos valores anteriores à pesquisa, cerca de 12 meses depois. Isso indica que os incentivos à redução, nem que somente informativos impressos, devem ser permanentes.

Embora o assunto não seja diretamente relacionado a informações geográficas (peso 2), o fato que motivou a análise desse requisito se deve ao crescente consumo de água observado e às dificuldades enfrentadas pelas companhias para garantir o abastecimento público e que, em tais circunstâncias, é fundamental que os cidadãos racionalizem o uso da água. Isso acaba por juntar simultaneamente a motivação deles em se tornarem participativos e, ao mesmo tempo, às companhias de promoverem comunicação, ou mesmo benefícios aos cidadãos em contrapartida. O resultado pode ser visto na Tabela 91.

Em Fortaleza, o resultado apontado é positivo visto que as ações na promoção do uso racional ocorrem de diferentes formas além da comunicação formal, como palestras e teatros de bonecos. Ainda, a redução de consumo apontada mostra mobilização da população em cooperar em momentos de escassez. No entanto, não são promovidos descontos em tarifas ou promoção do uso de equipamentos com consumo reduzido na cidade, seja por parte da companhia ou iniciativa de outros órgãos e, por outro lado, as campanhas se mantêm inclusive em períodos de estabilidade hidrológica e podem ser aplicadas muitas na tarifação quando cabível, mesmo que em raras ocasiões.

Em Nairóbi, as ações de comunicação também se mostraram relevantes, porém a dificuldade em se relacioná-las com a redução de consumo dificultou a avaliação do atendimento ao requisito, e viu-se que as ações são interrompidas, o que dificulta a criação de uma cultura permanente do uso racional.

No caso de Budapeste, foi notado que os resultados têm apontado a um decrescente consumo de água *per capita* a partir de 1990, mantendo-se estável em cerca de 128 litros/pessoa/dia, somente 16% a mais que a média de 110 litros/pessoa/dia recomendada pela ONU, entende-se que pela própria tarifação e cultura local a população vem atribuindo esforços no consumo racional de água, embora o rio Danúbio e as estruturas dos sistemas tenham capacidade de atender a consumo muito superior. Nesse sentido, mesmo havendo poucas ações de comunicação para esse objetivo, foi atribuída a nota máxima para a companhia.

Tabela 91: Resultado do requisito 13d – Uso Racional da Água

Cia.	CAGECE	NCWSC	FV
Respostas	Nas épocas de baixa disponibilidade de água, são distribuídos panfletos em diversos lugares públicos e privados (ex: shoppings) (F11). A equipe de Responsabilidade Social conta com um teatro de bonecos itinerante em escolas e algumas empresas, na RMF e em todo o estado, cuja história trata de dicas e ações para o uso consciente da água. A demanda por apresentações do teatro de bonecos é muito alta e costuma impactar as comunidades, principalmente no caso de crianças que repassam as informações para suas famílias. Complementarmente, são dadas palestras educativas em escolas e empresas, conforme demandas. Ambas as palestras e o teatro de bonecos são oferecidos gratuitamente pela CAGECE nos locais de interesse da população (F12). Nos últimos 10 anos em se intensificado as ações de promoção do uso racional, sendo que em 2016, com o agravamento da estiagem, o consumo reduziu-se em cerca de 8% comparado a 2015 (F11, F12). Devido à estiagem agravada, em 2016 houve aumento na tarifa para promover a racionalização. Apesar de toda campanha de esclarecimento, foi uma medida forçada e incomum por parte da companhia (F12).	Em épocas de estiagem, dependendo dos bairros, o fornecimento de água é rotacional. Ou seja, alguns dias ou semanas tem e outros períodos não, e isso é comunicado à população (N6). No ano de 2017, a cidade esteve enfrentando a maior estiagem dos últimos 10 anos (desde janeiro) e, devido a isso, as campanhas de comunicação promovendo dicas na redução de consumo foram acionadas, por meio da televisão, jornais, rádios, mídias sociais e distribuição de panfletos nas ruas (N6). Quando não tem crise, algumas dicas são fornecidas nas agências da companhia pôsteres para distribuição ao público. Também, esclarecimentos podem ser dados por telefone caso sejam solicitados (N6). Não são dados descontos a quem consumir mesmo nem penalidades a quem consumir mais, nem mesmo em época de estiagem. De qualquer forma, ações intensas de comunicação tendem a reduzir o consumo, porém não há estudo específico sobre tais resultados (N6).	Antigamente, a companhia realizava campanhas para sensibilizar a população sobre reduzir o consumo. No entanto, desde 1990 com o fim da Era Comunista, o consumo <i>per capita</i> na área atendida diminuiu de 260 l/pessoa/dia para 128 l/pessoa/dia, devido ao fim dos subsídios estatais na tarifação (B9, B10). A capacidade de atender às demandas está muito acima da média de consumo e várias estruturas tiveram de ser modificadas (bombas, tubulações, válvulas etc.) na cidade para se adequar à nova realidade (B9). Portanto, a companhia não realiza grandes ações de comunicação ou incentivos tarifários para o uso racional, visto que a operação é feita muito abaixo do limite de capacidade e isso poderia trazer problemas operacionais em qualidade e quantidade de água (B10). Quanto à comunicação, as maiores ações envolvem os riscos do congelamento de redes internas (clientes), e quebra dos medidores. Apesar dos próprios clientes terem de pagar o conserto e haver regulamento para isso, a empresa sempre comunica para não ser vista como "responsável" por esses danos (B9, B10).
Nota	2,0	1,5	3,0

6.13.2. Resultado do atributo: Cidadão Participativo

O resultado do atributo Cidadão Participativo, composto por 4 requisitos e respectivos pesos e porcentagens alcançadas está apresentado na Tabela 92.

Tabela 92: Resultados para o atributo 13 – Cidadão Participativo

Código	Requisito	Peso	CAGECE	NCWSC	FV
13a	SIG Participativo	5	0,0	0,0	0,0
13b	Consulta Popular	2	3,0	2,0	1,5
13c	Participação Popular em Áreas Irregulares	5	3,0	3,0	3,0
13d	Uso Racional da Água	2	2,0	1,5	3,0
Fator multiplicador			2,38%		
Resultado (%)			59,5	52,36	60,69

Os resultados foram bastante próximos entre si nos três casos, demonstrando que as companhias realizam esforços para ouvir a população na busca de adequar projetos. Porém, o fato das três ainda não terem se articulado com a produção de informações geográficas de cunho popular ou voluntárias, acaba por impossibilitar o uso de plataformas do tipo PPGISs nesses processos. Torna-se evidente o dilema vivido pelas companhias que, por um lado, poderiam adquirir dados gratuitamente da população para conceber projetos e ações, porém, essa disponibilidade de informações a livre acesso público poderia vulnerabilizar ainda mais a imagem e reputação delas frente à população, imprensa e, até mesmo, no caso de interesses político-partidários em criticar o governo no poder.

No que tange distantes de propiciar serviços universalmente a elas, mas já possuem ferramentas recursos e equipes próprias para mapeá-las e contam com o apoio da população após ações de conscientização. Vendo-se o caso positivo nas favelas, abre-se a possibilidade de se estender ainda mais essa participação para a população urbana como um todo e, ainda, legitimar as ações das companhias de forma mais independente de suas atuais gestões. Ainda apresentar maior confiança e transparência à população e, no caso, propiciar um fluxo contrário (da população para a companhia) também favorável.

6.14. Resultado final: Requisitos e Análise dos Atributos

Para dar base à conclusão da pesquisa, foram elaboradas tabelas para sintetizar todas as informações obtidas em campo, as notas quanto ao atendimento dos requisitos e os percentuais alcançados para cada atributo. No caso, a Tabela 93 consta, além dos resultados, a classificação por cores proposta na Tabela 22 desta Tese (p.133) e, nas Tabelas 94 e 95, a

apresentação dos resultados referentes, exclusivamente, aos atributos.

Tabela 93: Resultado final: requisitos e atributos

1. Disponibilidade de Informação						
Código	Requisito	Peso	Fator Multiplicador	CAGECE	NCWSC	FV
1ª	Partilha do Conhecimento	2	2,38%	3,0	3,0	3,0
1b	Plantas e Acervo Técnico	5		3,0	2,5	3,0
1c	Localização das Estruturas	5		3,0	2,5	3,0
1d	Gestão da Qualidade	2		3,0	3,0	3,0
Resultado do atributo 1 (em %)				100,0	88,1	100,0
2. Digitalização						
2ª	Investimentos em Digitalização	2	3,03%	3,0	3,0	3,0
2b	Desenhos Técnicos	5		2,5	2,0	3,0
2c	Conhecimento Digital	2		3,0	3,0	3,0
2d	Campanhas de Digitalização	2		3,0	3,0	3,0
Resultado do atributo 2 (em %)				92,41	84,84	100,0
3. Mapa de Base						
3a	Cidade e Uso do Solo	5	1,67%	3,0	3,0	2,5
3b	Topografia e Hidrografia	5		3,0	3,0	3,0
3c	Áreas Irregulares e Favelas	5		1,0	1,5	3,0
3d	Estruturas Subterrâneas	5		2,5	2,5	3,0
Resultado do atributo 3 (em %)				78,85	83	95,45
4. Modelagem Geoespacial						
4ª	Camadas e campos	5	1,67%	3,0	3,0	3,0
4b	Padronizações	5		1,5	1,0	3,0
4c	Indexação	5		1,0	1,5	3,0
4d	Topologia	5		2,0	0,5	3,0
Resultado do atributo 4 (em %)				62,25	49,8	100
5. Dados Geoespaciais						
5ª	Metadados	5	1,33%	0,0	0,0	1,5
5b	Software/Serviço	5		2,5	2,5	3,0
5c	Capacitação Geo	5		1,5	1,5	2,0
5d	Precisão geoespacial	5		2,0	1,5	2,0
5e	Estruturas de água e esgoto	5		3,0	2,5	3,0
Resultado do atributo 5 (em %)				60,0	53,32	76,65
6. Sistema de Informações Geográficas						
6ª	Direitos do usuário	5	1,67%	3,0	0,5	3,0
6b	Participação dos Funcionários	5		3,0	0,0	1,5
6c	Edital / Termo de Referência	5		2,0	0,5	3,0
6d	Avaliação Financeira	5		3,0	1,0	3,0
Resultado do atributo 6 (em %)				91,63	16,66	87,15

7. Análise Espacial Simples						
7ª	Alternativa Locacional	5	1,33%	2,0	1,5	2,0
7b	Análise Ambiental	5		1,5	1,0	3,0
7c	Atendimento ao Cliente	5		1,0	1,0	1,0
7d	Atributos das Redes	5		1,0	1,5	2,5
7e	Perdas Hídricas	5		1,5	0,5	3,0
Resultado do atributo 7 (em %)				46,55	36,57	76,47
8. Automatização						
8ª	Geocodificação	5	1,75%	2,5	1,5	3,0
8b	Modelagem Hidráulica	2		0,0	0,0	3,0
8c	Ferramentas e Frameworks	5		1,5	0,5	1,5
8d	Fluxo de Atualização de Dados	5		1,5	1,0	1,5
8e	Sistema SCADA	2		3,0	0,0	3,0
Resultado do atributo 8 (em %)				58,75	26,31	73,66
9. Integração de Sistemas Internos						
9ª	Codificação	5	1,96%	3,0	2,5	3,0
9b	Interoperabilidade	5		3,0	3,0	3,0
9c	Integração de Sistemas	2		3,0	3,0	3,0
9.d	Integração do SIG	5		1,0	0,0	3,0
Resultado do atributo 9 (em %)				80,39	65,68	100
10. Análise Espacial Complexa						
10a	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação	2	1,96%	3,0	3,0	3,0
10b	Especialistas em Geomática	5		2,0	1,5	1,5
10c	Publicações Técnicas	5		2,0	1,0	0,0
10d	Equipamentos de Alta Tecnologia	5		1,0	0,5	1,5
Resultado do atributo 10 (em %)				60,76	41,16	41,16
11. Integração de Sistemas Externos						
11.a	Partilha de Dados Geoespaciais	5	1,52%	3,0	3,0	3,0
11b	Provisionamento de Dados Geoespaciais	5		1,5	1,0	2,0
11c	Segurança Cibernética	2		3,0	3,0	3,0
11d	Acesso ao SIG Corporativo	5		0,5	0,0	1,5
11e	Formalização da Partilha	5		2,0	1,0	1,0
Resultado do atributo 11 (em %)				59,02	43,87	62,81
12. Transparência e Comunicação						
12ª	Relatório de Sustentabilidade	2	2,08%	2,5	1,5	3,0
12b	Base de Dados dos Clientes	5		3,0	3,0	3,0
12c	Interrupção/reestruturação de Redes	2		2,0	2,0	2,5
12d	Publicação Cartográfica	5		1,5	0,0	2,5
12e	Visitas Técnicas em Estruturas	2		3,0	3,0	3,0

Resultado do atributo 12 (em %)				78,1	58,3	92,7
13. Cidadão Participativo						
13a	SIG Participativo	5	2,38%	0,0	0,0	0,0
13b	Consulta Popular	2		3,0	2,0	1,5
13c	Participação Popular em Áreas Irregulares	5		3,0	3,0	3,0
13d	Uso Racional da Água	2		2,0	1,5	3,0
Resultado do atributo 13 (em %)				59,5	52,4	60,7

Tabela 94: Resultado final – análise dos atributos, com valores

Atributo	CAGECE	NCWSC	FV
1 - Disponibilidade de Informação	100	88,1	100
2 - Digitalização	92,41	84,84	100
3 - Mapa de Base	78,85	83,00	95,45
4 - Modelagem Geoespacial	62,25	49,8	100
5 - Dados Geoespaciais	60,00	53,32	76,65
6 - Sistema de Informações Geográficas	91,63	16,66	87,15
7 - Análise Espacial Simples	46,55	36,57	76,47
8 - Automatização	58,75	26,31	73,66
9 - Integração de Sistemas	80,39	65,68	100
10 - Análise Espacial Complexa	60,76	41,16	41,16
11 - Integração Externa	59,025	43,875	62,81
12 - Transparência e Comunicação	78,12	58,33	92,7
13 - Cidadão Participativo	59,5	52,36	60,69

Tabela 95: Resultado final – análise simplificada dos atributos, sem valores

Atributo	CAGECE	NCWSC	FV
1 - Disponibilidade de Informação			
2 - Digitalização			
3 - Mapa de Base			
4 - Modelagem Geoespacial			
5 - Dados Geoespaciais			
6 - Sistema de Informações Geográficas			
7 - Análise Espacial Simples			
8 - Automatização			
9 - Integração de Sistemas			
10 - Análise Espacial Complexa			
11 - Integração Externa			
12 - Transparência e Comunicação			
13 - Cidadão Participativo			

Legenda:

excelente	bom	regular	insatisfatório	ruim
-----------	-----	---------	----------------	------

6.15. Aplicação do roteiro e limitações de determinados requisitos

A investigação das perguntas referentes aos requisitos propostos no roteiro semiestruturado atendeu satisfatoriamente ao objetivo inicial da pesquisa. Entretanto, foram identificadas certas limitações para um ou outro requisito, no que tange a formulação de sua pergunta (e esta ser universalmente aplicável) ou na atribuição de notas para requisitos com insuficiência de informação.

No caso, dentre os 56 requisitos, foram identificadas limitações em 3 deles:

3c: Áreas Irregulares e Favelas:

O mapeamento de áreas irregulares e, especialmente, as favelas, não cabe a todos os contextos do mundo, sobretudo nas cidades e países de alta renda. Apesar da nota máxima (3,0) ter sido prevista no roteiro semiestruturado em ocasião de ausência de áreas urbanas de moradias precárias, entende-se que o requisito também poderia sua aplicação descartada e, no caso, o atributo 3 (Mapa de Base) poderia contar somente com três requisitos: 3a - Cidade e Uso do Solo; 3b - Topografia e Hidrografia; 3d - Estruturas Subterrâneas.

6c: Edital / Termo de Referência

Foi observado em campo que a pergunta referida foi aplicada com sucesso em Fortaleza, visto o edital estar em processo de elaboração na companhia, e em Nairóbi pelo fato dele ainda não ter sido elaborado. No entanto, como o SIG em Budapeste foi implantado em 1992, não foram identificados profissionais na companhia que tenham acompanhado o processo de formulação do edital nessa época, por se tratar de 25 anos antes da visita técnica para esta pesquisa. Por outro lado, as respostas do roteiro deveriam prever ocasiões em que o edital já tivesse sido lançado e tratar de questões posteriores sobre como a companhia manteve relações comerciais com a(s) empresa(s) desde a implantação do SIG. No caso da Bentley com a FV, poderia ter sido investigado em campo como que essa relação companhia-empresa se desenvolveu ao longo do período entre 1992 e 2017, apesar de nas entrevistas não terem sido apontadas alterações significativas.

13c: Participação Popular em Áreas Irregulares

Semelhantemente ao requisito 3c, a inexistência de áreas com moradias precárias numa cidade

não demandaria uma proposta de participação social específica para elas. Desta forma, ou o requisito poderia ser descartado em tais ocasiões (como em Budapeste) e o atributo 13 (Cidadão Participativo) passar a ter somente 3 requisitos, ou então que fosse criado um requisito específico abrangendo populações mais pobres que acabam pagando tarifas reduzidas para água e esgoto e, de alguma forma relacionar este fato com produção de informações geográficas partindo-se de iniciativa de tal população para que o requisito fosse universalmente aplicado.

7. Conclusão

Os dados geoespaciais e as informações geográficas dependem das condições de gestão, de suporte tecnológico, de recursos, de motivação e capacitação e de outras variáveis para que atendam a seus reais objetivos, ou que surpreendam por atingirem a mais objetivos que aqueles inicialmente previstos. Um Sistema de Informações Geográficas em companhia de água e esgoto, pelo seu altíssimo potencial de integração, se mostrou como um sistema vivo e dinâmico, com uma morfologia que pode constantemente ser adaptada a novos desafios enfrentados pela companhia, desde tarefas rotineiras a análises complexas e inovadoras. Dessa forma, como destacado por FICARELLI e RIBEIRO (2017), não basta discutir somente os elementos tecnológicos da aplicação do SIG para o saneamento, visto que fatores humanos e corporativos são indissociáveis dessas iniciativas, e as influenciam.

O método proposto para orientação do uso e gestão de informações geográficas teve aplicabilidade comprovada nas três companhias estudadas, dando base ao que foi previamente concebido nesta pesquisa para os esquemas horizontal e vertical. Os requisitos propostos são aplicáveis a realidades diversas, conforme os estudos de caso, bem como identificam pontos fortes e pontos fracos em todas elas para embasar novos procedimentos a serem empregados. O roteiro pode incorporar com sucesso a proposta dos dois esquemas. Assim, ele contribui para a melhoria da eficiência das companhias de água e esgoto.

No contexto da Saúde Global, as geotecnologias e as informações geográficas colaboram na concepção e ações de melhorias dos sistemas de água e esgoto pelo mundo. Com base na pesquisa de campo e no levantamento bibliográfico, comprovou-se que são universalmente aplicáveis, facilitando o controle de desperdício e aprimorando a gestão do serviço prestado. Seu emprego terá como consequências, também, uma redução dos custos operacionais, permitindo ampliação dos serviços às áreas de maior vulnerabilidade social, ainda não atendidas e, em decorrência, uma diminuição de incidência de doenças de veiculação hídrica, sobretudo na infância. Contribui, portanto, para o atendimento ao ODS 3 (Saúde e Bem-Estar para todos).

O previsível barateamento das geotecnologias irá demandar, num futuro próximo, maior conhecimento técnico dos profissionais, para darem conta de opções adicionais de aplicação. Portanto, a capacitação e a formação dos profissionais de água e esgoto em técnicas de geoprocessamento devem ser uma prioridade frente às demais dificuldades de universalização

dos serviços, juntamente com aspectos financeiros, sociais e educacionais das geotecnologias.

Os resultados indicaram que as companhias já contam com informações de base, próprias ou externas, em boa quantidade para concepção de projetos, realização de tarefas e planejamento de ações, por maior que sejam as diferenças socioeconômicas e nos índices de atendimento dos serviços de água e esgoto. Aspectos relativos à maturidade do SIG corporativo (ou de seu projeto) fizeram diferença nos resultados, e refletiram respectivos índices socioeconômicos e da prestação do serviço nas áreas urbanas, países e continentes. As parcerias constituem bom potencial às companhias para auxiliar e serem auxiliadas por órgãos de governo, por outras companhias de utilidades e pela sociedade civil nas trocas de informações geográficas. Assim, os dados poderão beneficiar outras áreas de atuação, como serviço social, habitação, proteção ambiental e defesa civil.

A CAGECE, responsável pelos serviços na Região Metropolitana de Fortaleza, mostrou ter base adequada de capital humano e tecnológico para a implantação do SIG corporativo IGEO. Vários requisitos apresentaram resultados positivos mesmo previamente ao IGEO. A companhia comprovou que é possível conseguir bons resultados por meio de softwares livres como o QGIS e com um sistema de ERP próprio como o PRAX. O mapeamento em favelas ainda se apresenta como desafio a ser superado, e para isso, cabe à CAGECE, em parceria a outros órgãos públicos locais e com as próprias comunidades, firmar ações conjuntas de cadastro para garantir futura inclusão e qualificação urbana dessas áreas.

A *Nairobi City Water and Sewerage Company* (Quênia), mostrou habilidade em estender os serviços às favelas, mesmo que de forma não definitiva, com cadastramento envolvendo a participação dos moradores. A companhia conta com capital humano qualificado, porém seus principais entraves acontecem em âmbito da diretoria, a qual precisa ser sensibilizada a reconhecer que desenvolvendo o SIG planos ambiciosos, como o de redução de perdas no abastecimento e universalização dos serviços, poderão ser melhor efetivados.

A *Fővárosi Vízművek* (Hungria) mostrou pioneirismo na implantação de um sistema de dados geoespaciais, já em 1992, concomitante a companhias de cidades em países de altíssimo IDH. Entretanto, mesmo com o sistema E-KÖZMŰ, a companhia pode criar parcerias mais complexas e diretas na troca de dados geoespaciais com outros órgãos locais, por meio de plataformas digitais, serviços e IDEs, ao invés de troca de CDs e pendrives.

As três companhias possuem pontos fortes e fracos no que tange ao uso e gestão de informações geográficas, conforme as próprias capacidades das equipes técnicas e recursos tecnológicos disponíveis, mesmo em requisitos parcialmente atendidos. Essa avaliação pode

facilitar a tomada de decisão das diretorias e dos principais profissionais envolvidos em projetos de SIGs e facilitar o planejamento de ações (movimentação de equipes, divisão de tarefas, despesas, produção e atualização de informações, etc.) de curto, médio e longo prazos para acompanhamento do progresso ao atendimento dos requisitos.

As formas de gestão e de uso das informações geográficas são teoricamente ilimitadas e, no caso, os limites acabam por ser impostos por questões relacionadas a tecnologias, gestão, orçamento e política. Contraditoriamente, novas tecnologias, formas de gestão e de política podem ampliar ainda mais os usos, tornando-as ferramentas para alimentar transparência e confiança entre todos os prestadores e beneficiários dos serviços de água e esgoto.

A vulnerabilidade das populações frente ao acesso limitado, ou sem acesso aos serviços de água e esgoto, nas áreas metropolitanas, costuma, frequentemente, vir acompanhada de outras variáveis socioeconômicas e ambientais que aprofundam essa vulnerabilidade. As informações geográficas provenientes das companhias de água e esgoto, ou de outros órgãos, podem dar suporte ao diagnóstico, planejamento de ações conjuntas para que as dificuldades dessas áreas também possam ser enfrentadas, incluindo as comunidades no processo de criação e manipulação de dados.

Assim como a ONU concebeu os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável de modo que estes dialogassem entre si, os órgãos de nível local devem fazer o mesmo em suas ações e, para isso, parcerias em elaboração, transferência e análise de informações geográficas devem ser pauta das agendas públicas. Tendo em vista que, nos três casos estudados, as parcerias na partilha de informações não alcançaram excelentes resultados, vê-se a urgência de organizar grupos conjuntos entre órgãos do governo e companhias de água e esgoto para que a partilha seja efetivada e os cidadãos beneficiados, principalmente os cidadãos com acesso restrito a serviços, de modo que a cooperação sempre se sobreponha aos riscos da exposição de informações e de eventuais falhas desses órgãos.

Recomenda-se que o método da pesquisa seja aplicado em companhias prestadoras de serviços água e esgoto para dar suporte ao cumprimento dos ODS 3º e 6º em diferentes locais do mundo e, certamente, colaborar para que outros ODS sejam alcançados dada a dependência de ações relacionadas à gestão de águas. Além disso, as companhias estudadas, bem como demais, poderão reaplicar sobre si mesmas o roteiro a fim de conferir avanços e retrocessos na gestão de informações geográficas. Os resultados podem servir para o planejamento de ações e metas para a melhoria de requisitos sendo que, em tais casos, seria

recomendável a aplicação anual.

Apesar dos estudos de caso terem sido realizados em prestadoras de áreas metropolitanas com 2 a 4 milhões de habitantes, os métodos podem ser empregados em cidades e companhias de maior ou menor porte.

O método de diagnóstico usado nesta tese, aplicado em outras companhias contribuirá na promoção de estudos conjuntos entre órgãos, apontando oportunidades de parcerias entre elas para o atendimento de requisitos e partilha/transferência de tecnologias e de conhecimento. A forma como ele é aplicado pode ser adaptada às companhias de diversas formas, por exemplo por meio da criação de uma comissão interna de funcionários aptos a compreenderem e analisarem a maioria dos requisitos e, em conjunto, conferirem e discutirem os resultados, ou então ser deixado a cargo de um único profissional, interno ou externo, o qual deverá realizar entrevistas com profissionais de diversas equipes da companhia.

O estudo realizado reforça a importância da Saúde Global em sua proposta de promover o compartilhamento e troca de tecnologias inovadoras e sustentáveis.

8. Bibliografia

- ALENCAR, C.H.M.; BARBOSA, J.C.; RAMOS JÚNIOR, A.N.; ALENCAR, M.J.F.; PONTES, R.J.S.; CASTRO, C.G.J.; HEUKELBACH, J. Hanseníase no município de Fortaleza, CE, Brasil: aspectos epidemiológicos e operacionais em menores de 15 anos (1995-2006). **Revista Brasileira de Enfermagem**. vol.61 no.spe. Brasília. 2008.
- ALI, L.A.; FALOMIR, Z. SCHMID, F.; FREKSA, C. Rule-guided human classification of Volunteered Geographic Information. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. vol 127 pp. 3–15. 2017.
- ALRWAIS, O.; HORAN, T.; HILTON, B.; BECHOR, T. Evaluating Local Government Usage of GIS: A New Maturity Model. Pre-ICIS Workshop on Locational Analytics and Big Data, Fort Worth, 2015.
- AMBRUS, G. AZ 1892-1893 Évi Kólerajárvány Budapesten In. **Budapest Történeti Muzéum. Tanulmányok Budapest Múltjából**. Vol. 33. 2006- 2007 pp. 113-137. 2007
- ANAMERIÇ. H. History of Maps and Important Map Collections in Turkey In: **30th MELCOM International Conference**. 23-25 June, Oxford – UK. 2008
- ANDREOLI, C.V. E COL. A interdisciplinaridade como estratégia para a ecoinovação no saneamento. In: PHILIPPI, A. E; GALVÃO, A. C. (ORG) *Gestão do saneamento básico – abastecimento de água e esgotamento sanitário*. Editora Manole, 2012. p. 197-240. São Paulo.
- ANTUNES, M. N.; SILVA, N.; SOARES, D.H.P. Orientação para Aposentadoria nas Organizações: Histórico, Gestão de Pessoas e Indicadores para uma possível Associação com a Gestão do Conhecimento. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**. João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 43-63, jan./jun. 2015.
- ARAÚJO, L.C.G; GARCIA, A.A. **Gestão de Pessoas: Estratégias e Integração Organizacional – 2ª edição**. Editora Atlas. 2009. São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA – ABES ; GO ASSOCIADOS. **Entraves ao Investimento em Saneamento**. Parecer Técnico. 2013. São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001/2000: **Sistemas de Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro, 2015.
- AZIENDA COMUNALE DI ENERGIA ED AMBIENTE – ACEA. 2014. Quaderni ACEA n.2, aprile. Roma – Italia.
- BAIRD, G. M. Defining Public Asset Management for Municipal Water Utilities. **American Water Works Association journal – AWWA**. pp. 30-28. 2011.
- BANCO MUNDIAL. **Place and child health: The interaction of population density and sanitation in developing countries**. Water Global Practice Group. Policy Research Working Paper nº WPS 7124. 2014.
- BANCO MUNDIAL. **Mobile Phones and Water Point Mapping. Rural Water Supplies Collaborative (RWSC)**. Quick Read. Issue 1. August 2011. Washington D. C, United States.
- BAUMANN, J. Cape Town's Emphasis on Systems Integration Exemplifies "SmartCity" Goals. **ArcNews Magazine**, summer 2007.

BEARMAN, N. JONES, N. ANDRÉ, I. HERCULANO, A.C.; DEMERS, M. The future role of GIS education in creating critical spatial thinkers. **Journal of Geography in Higher Education**. vol. 40, no. 3, 394–408. 2016.

BEHMEL, S; M. LUDWIG, D.R.; M.J. RODRIGUEZ. Participative approach to elicit water quality monitoring needs from stakeholder groups: An application of integrated watershed management. **Journal of Environmental Management**. Vol. 218. pp.540-554. 2018.

BISHR, Y. Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability. **International Journal of Geographical Information Science**. vol. 12, no. 4, pp. 299-314. 1998.

BIDHENDI, G.B.; NASRABADI, T. VAGHEFI, H. R. S.; HOVEIDI, H. JAFARI, H.R. Role of Water Saving Devices in Reducing Urban Water Consumption in the Mega-City of Tehran, Case Study: A Residencial Complex. **Journal of Environmental Health**. vol 70. no. 8. pp. 44-47. 2008.

BLAKE, D.; MLISA, A.; HARTNADY, C. Large Scale Quantification of Aquifer Storage and Volumes from the Peninsula and Skuweberg Formation in the Southwestern Cape. **Water SA**. vol.36 n.2 Pretoria Jan. 2010.

BLAZQUEZ, C.; MIRANDA, P. PONCE, A. Performance of a New Enhanced Topological Decision Rule Map Matching Algorithm for Transportation Applications. **Journal of Applied Research and Technology**. vol. 10. 2012.

BRASIL. Educação Profissional. **Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico. Área profissional: Geomática**. Ministério da Educação – Governo Federal. Brasília. 2000.

BRASIL. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2013. Sistema Nacional de Informações do Saneamento – SNIS**. Ministério das Cidades – Governo Federal. 2014. Brasília.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB: Relatório de Avaliação Anual - 2014**. Ministério das Cidades – Governo Federal. Brasília. 2015.

BRIDGEMAN, J. Water industry asset management in England and Wales: successes and challenges. **Water and Environment Journal**. vol.25, pp.318-326. 2011.

CALKINS H. W; TOMLINSON, R. F. Geographic Information Systems: Methods and Equipments of Land Use Planning. International Geographical Union, Comission of Geographical Data Sensing and Processing and U. S. Geological Survey. 1977. Ottawa – Canadá In: Christofoletti, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo. 2007.

CAMARGO. M.U.C.C. **Sistemas de Informações Geográficas como Instrumento de Gestão do Saneamento**. Editora ABES. Rio de Janeiro. 1997.

CEYLAN, A.; EKIZOGLU, I. Assesment of bathymetric maps via GIS for water in reservoir. **Boletim de Ciências Geodésicas**. vol.20 no.1 Curitiba Jan./Mar. 2014

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais – Quarta Edição**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo. 2007

CLAUDINO-SALES, V. Paisagem dunar em área urbana consolidada: natureza, ciência e política no espaço urbano de Fortaleza, Brasil. **Sociedade e Natureza (online)**. Vol.22 no. 3. Uberlândia. 2010.

CLARK , R.M.; PANGULURI, S.; NELSON, T.D.; WYMAN, R.P. Protecting Drinking Water Utilities From Cyberthreats. **American Water Works Association journal – AWWA**.

vol. 109, no. 2. 2017.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE. **Relatório Anual**. 2013.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Relatório de Sustentabilidade**. 2014. São Paulo.

CORDÃO, M.J.S.; RUFINO, I.A.; ARAÚJO, E.L. Geotecnologias aplicadas ao planejamento de sistemas de abastecimento de água urbanos: uma proposta metodológica. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. vol.18 no.3. July/Sept. 2013.

CRAMPTON, J. W. Maps as social constructions: power, communication and visualization. **Progress in Human Geography**. no.25. Vol 2. pp. 235–252. 2001.

CROZATTI, J. Modelo de gestão e cultura organizacional: conceitos e interações. **Caderno de Estudos** n. 18. Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras. 1998. São Paulo.

CRUZ, Y. S; NUÑEZ, M. A. Urban Water Management by means of spatial analysis in GIS. **Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental – RIHA**. Vol. 33 n.3. La Habana – Cuba. 2012.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DELIPETREV B.; JONOSKI, A.; SOLOMATINE, P. Development of a web application for water resources based on open source software. **Computers & Geosciences**, vol. 62 pp.35–42, 2014.

DRUCKER, P. **Desafios Gerenciais para o Século XXI**. Editora Pioneira. São Paulo. 1999.

DUAVI, W.C.; GAMA, A.F.; MORAIS, P.C.V.; OLIVEIRA, A.H.B.; NASCIMENTO, R.F.; CAVALCANTE, R.M. Contaminação de Ambientes Aquáticos por "Agrotóxicos Urbanos": O Caso dos Rios Cocó e Ceará, Fortaleza – Ceará, Brasil. **Química Nova**. vol.38 no.5 São Paulo. 2015.

DZIEKONSKI, M. La Inteligencia Espacial. Una Mirada a Howard Gardner. **Arteoficio**. n ° 2 / CUADERNOS – Primavera. Universidad de Santiago del Chile. 2003.

EDWARDS, S.E.; STRAUSS, B.; MIRANDA, M.L. Geocoding Large Population-level Administrative Datasets at Highly Resolved Spatial Scales. **Transactions in GIS**. Pp. 586-603. Vol. 18. 2014.

ELJAMASSI, A; ABEIAD, A. A GIS-Based DSS for Management of Water Distribution Networks (Rafah City as Case Study). **Journal of Geographic Information System**, vol. 5, pp.281-291. 2013.

EL-NAQA, A.; HAMMOURI, N.; KUISI, M. GIS-based evaluation of groundwater vulnerability in the Russeifa area, Jordan. **Revista Mexicana de Ciencias Geológicas**. vol.23 no.3. 2006

ELWOOD, S. Volunteered geographic information: key questions, concepts and methods to guide emerging research and practice. **GeoJournal**. vol. 72, pp. 133–135. 2008.

ELWOOD, S; GOODCHILD, M.F; SUI, D.Z. Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice. **Annals of the Association of American Geographers**. vol. 102 no. 3 pp. 571-590. 2012.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **Return on Investment – Ten GIS Case Studies**. 2012.

- EYITAYO, O.T. Enterprise Resource Planning (ERP) Systems--is Botswana Winning? A question on culture effects. **Informing Science and Information Technology**. Vol. 11. pp. 47-55. 2014.
- FALLAHI, G. R.; FRANK, A.U.; MESGARIA, M.S.; RAJABIFARD, A. An ontological structure for semantic interoperability of GIS and environmental modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Vol. 10 Issue 3, pp. 342-357. 2008
- FÉ, M.M.M. **Evolução Geomorfológica do Sítio Natural de Fortaleza**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará – UFC. 2008. Fortaleza – CE.
- FERREIRA, L.C.F. Nas Asas da Imprensa: **A Repercussão da Abolição Da Escravatura na Província Do Ceará nos Periódicos Do Rio De Janeiro (1884-1885)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ. 2010.
- FICARELLI, T.R.A. **Analisi del GIS aziendale di Acea Ato2 per le domande interne e per l'implementazione del progetto Workforce Management (WFM)**. Tese de Mestrado. Università Degli Studi di Roma 2 – Tor Vergata. 2014.
- FICARELLI, T.R.A.; RIBEIRO, H. A Geografia do Saneamento Básico: Aplicações Multiescalares e Multidisciplinares de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). In: RIBEIRO, H. (Org.) **Geoprocessamento e Saúde: Muito Além de Mapas**. Editora Manole. 2017.
- FIELDING, K.S.; SPINKS, A. RUSSELL, S. MCCREA, R. STEWART, R. GARDNER, J. An experimental test of voluntary strategies to promote urban water demand management. **Journal of Environmental Management**. Vol. 114. pp.343-351. 2013.
- FLORENZANO, T.G.; LIMA, S.F.S.; MORAES, E.C. Formação de Professores em Geotecnologia por meio de Educação a Distância. **Educar em Revista**. N. 40 pp. 69-80. Editora UFPR – Curitiba. 2011
- FONSECA, F.T.; EGENHOFER, M.J. AGOURIS, P.; CAMARA, G. Using Ontologies for Integrated Geographic Information Systems. **Transaction in GIS**. Vol. 6 Issue 3. Pp. 231-257. 2002.
- FORTES, P.A.C; RIBEIRO, H. Saúde Global em Tempos de Globalização. **Revista Saúde e Sociedade**. vol. 23 n.2 abr/jun 2014. São Paulo.
- FRAU, C.M.; ROJAS, Y.O.; HERNÁNDEZ, Y.M. VALENZUELA, J.G. Exactitud Espacial en la Creación de Bases de Datos SIG Modelos Ráster y Vectorial. **Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería**. vol. 16. n.1. pp.159-168. 2008.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE - FUNASA. **Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – 2ª edição**. Fundação Nacional da Saúde. 2004. Brasília.
- GAZZOLA, P. MEO COLOMBO, C. **The role of the sustainability report in capitalistic firm**. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*. Vol. 20 n. 2, pp. 243-250. 2011.
- GILBERT, T.; BARR, S.; JAMES, P.; MORLEY, J.; JI, Q. Software systems approach to multi-scale GIS-BIM utility infrastructure network integration and resource flow simulation. **Journal of Geo-Information**. Vol. 7 n. 8. 2018.
- GOODCHILD, M. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. In: ELWOOD. S. *Geographic information science: emerging research on the societal implications of the geospatial web*. **Progress in Human Geography**. Vol. 34(3). pp. 249-357. 2010.
- GONDIM, L.M.P.; GOMES, M.P.A. O direito à cidade em disputa: o caso da ZEIS do

- Lagamar (Fortaleza-CE). **Cadernos Metrópole**. v. 14, n. 28, pp. 507-527. São Paulo. 2012.
- GONDOCS, J.; BREUER, H.; BARTHOLY, J. Urban heat island mesoscale modelling study for the Budapest agglomeration area using the WRF model. **Urban Climate** vol.21 pp. 66–86. 2017.
- GRISOTTO, L. E. G. **Identificação, Avaliação e Espacialização das Relações entre Indicadores de Saúde, Saneamento, Ambiente e Socioeconomia no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – FSP/USP. 2011.
- GROEN B.A.C.; WOUTERS, M.J.F.; WILDEROM, C.P.M. Employee participation, performance metrics, and job performance: A survey study based on self-determination theory. **Management Accounting Research**. vol.36, 51–66. 2017.
- GUERRA, A.J.T; MARÇAL, M.S. **Geomorfologia Ambiental**. Editora Bertrand Brasil. 2006. Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, E.F. **Modelo inclusivo para a universalização do saneamento básico em áreas de vulnerabilidade social**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – USP.
- GULYANI, S.; TALUKDAR, D. Inside Informality: The Links Between Poverty, Microenterprises, and Living Conditions in Nairóbi’s Slums. **World Development**. Vol. 38, No. 12, pp. 1710–1726, 2010
- HAJRU, K.; R. TEINIRANTA. The Assessment of Organisation’s GIS Maturity Gives a Push to the Use of Spatial Data – The Finnish Environment Institute as a Case Study. **INSPIRE – Geospatial World Forum**, Lissabon. 2015.
- HAN, S.; CHAE, M.J.; HWANG, H.; CHOUNG, Y. Evaluation of Customer-Driven Level of Service for Water Infrastructure Asset Management. **Journal of Management Engineering**. vol. 31 no. 4. 2015.
- HEINO, O.; ANTTIROIKO, A. Utility–Customer Communication: The Case of Water Utilities. **Public Works Management & Policy**. Vol. 21, no. 3. pp. 220-230. 2016.
- HIJAZI, I.; DONAUBAUER, A.; KOLBE. T.H.BIM-GIS Integration as Dedicated and Independent Course for Geoinformatics Students: Merits, Challenges, and Ways Forward. **International Journal of Geo-information**. vol. 7 no. 319. 2018.
- HIRATA, E. et al. Mapeamento Din mico e Colaborativo de Alagamentos na Cidade de São Paulo. **Boletim de Ciências Geod sicas**. Vol. 19 n.4. pp 602 – 623. Curitiba. 2013.
- HO, C.; LIN, M.D.; LO, S.L. Use of a GIS-based hybrid artificial neural network to prioritize the order of pipe replacement in a water distribution network. **Environment Monitoring Assess Magazine**. n. 166. pp. 177-189. 2010.
- INDIA, GOVERNMENT OF. **Guidelines for GIS Mapping, MIS development and Integration of GIS with MIS**. Ministry of Housing & Urban Poverty Alleviation.2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas de Saneamento**. Rio de Janeiro. 2011.
- INSTITUTO TRATA BRASIL; FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Benefícios Econ micos da Expansão do Saneamento Brasileiro**. Relatório. São Paulo. 2010
- JARAMILLO, C.M.J.; CALDERÓN, G.G.; MORALES, I.M. Un caso de estudio en interoperabilidad entre sistemas de información geográfica. **Revista Ingenierías**.

Universidad de Medellín. vol.8 no.15 suppl.1. 2009.

JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY – JICA. **Annual Report – 2011.** 2012. Tóquio – Japão.

JOFFE, B. A personal account of guidelines for estimating GIS for return on investment. **URISA Journal**, vol. 1 n.27. 2015.

KARAN, E. P.; IRIZARRY, J.; HAYMAKER, J. BIM and GIS Integration and Interoperability Based on Semantic Web Technology. **Journal of Computing and Civil Engineering**. Vol. 30 no. 3. 2016.

KATHIRALEVU, S.R.; MANSOR, N.N.A.; RAMAYAH, T.; IDRIS, N. Why Organizational Culture Drives Knowledge Sharing? **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. Vol. 129, pp. 119-126. 2014.

KEBO, S.; BUNCH, M.J. Canadian ENGOs in governance of water resources: information needs and monitoring practices. **Environmental Monitoring Assessment**. Vol. 185, pp.9451–9460. 2013.

KENYA, GOVERNMENT OF. **Nairobi Metro 2030: Building a Safe, Secure and Prosperous Metropolitan**. 2009.

KRIEGER, N.; CHEN, J T.; WATERMAN, P D.; SOOBADER, M-J.; SUBRAMANIAN, S V.; CARSON, R. Choosing area based socioeconomic measures to monitor social inequalities in low birth weight and childhood lead poisoning: The Public Health Disparities Geocoding Project (US). **Journal of Epidemiology and Community Health** vol. 57, pp.186–199. 2003.

KICKBUSCH. I. **Global Health – A definition**. 2002. Disponível em – <http://www.ilonakickbusch.com/kickbusch-wAssets/docs/global-health.pdf>. Acesso em: 10/11/2016.

K'OREJE, K.O.; VERGEYNST, L.; OMBAKA, D.; DE WISPELAERE, P.; OKOTH, M.; LANGENHOVE, H.; DEMEESTERE, K. Occurrence patterns of pharmaceutical residues in wastewater, surface water and groundwater of Nairobi and Kisumu city, Kenya. **Chemosphere Journal**. vol.149 pp. 239 – 248. 2016.

KOVÁCS, Z. A City at the Crossroads: Social and Economic Transformation in Budapest. **Urban Studies**. Vol. 31, No. 7, 1994 1081-1096

KOVÁCS, Z.; HEGEDÜS, G. Gated communities as new forms of segregation in post-socialist Budapest. **Cities** vol. 36 pp.200–209. 2014.

KOVATS, R.S; BUTLER, C.D. Global Health an environmental change: linking research and policy. **Current Opinion in Environmental Sustainability**. ELSEVIER. 2012.

LAAR, E.; DEURSEN, A.J.A.M.; DIJK, J.A.G.M.; HAAN, J. The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. **Computers in Human Behavior** vol. 72 577-588. 2-17.

LATRE, M.A.; LOPEZ-PELLICER, F.J.; NOGUERAS-ISO, J.; BÉJAR, R.; ZARAZAGA-SORIA, F.J.; MURO-MEDRANO, P.R. Spatial Data Infrastructures for Environmental E-Government Services: The Case of Water Abstractions Authorization. **Environmental Modelling & Software** .48 81-92. 2013.

LEONARDI, S. Employee participation and involvement: the Italian case and trade union issues. Transfer: **European Review of Labour and Research**. Vol. 22. no. 1, pp.81–99. 2016.

MENA, C.; Y, ORMAZÁBAL. ; Y, MORALES.; J, GAJARDO. Exactitud espacial en la

creación de bases de datos SIG modelos ráster y vectorial. **Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería**, vol. 16 no 1. 2008.

LAATIKAINEN, T.E. PIROINEN, R. LEHTINEN, E. KYTTÄ, M. PPGIS approach for defining multimodal travel thresholds: Accessibility of popular recreation environments by the water. **Applied Geography**. vol 79. pp.93-102. 2017.

LAURENCE. P. L. Geospatial Tools for Urban Water Resources. **Springer**. 2013.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. Editora Saraiva. São Paulo. 2010.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F. MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência das Informações Geográficas 3ª Edição**. Editora Bookman. Porto Alegre. 2013.

LOPES, F.C.R. A Incorporação sob a Forma de Condomínio Horizontal na Região Metropolitana De Fortaleza, Brasil. **Mercator (Fortaleza)**. vol.15 no.1 Fortaleza. 2016.

LYDEC. **Rapport d'activité. 2013**. Casablanca. Marrocos. 2013.

MAKORI, K.A. **Challenges and Strategies of Small and Micro Enterprises in Industrial Area of Nairóbi, Kenya**. Tese de Mestrado em Administração de Empresas. University of Nairóbi. 2013.

MALHOTRA, N. K.; ROCHA, I.; LAUDISIO, M. C.; ALTHEMAN, E.; BORGES, F. M. **Introdução à Pesquisa de Marketing**. Pearson Prentice Hall. São Paulo. 2005.

MANDAL, P.; GUNASEKARAN, A. Issues in implementing ERP: A case study. **European Journal of Operational Research**. vol. 146, pp.274–283. 2003.

MARTINELLI, M. **Cartografia Temática: Caderno de Mapas**. São Paulo: EDUSP, 2003.

MAYUNGA, S.D.; COLEMAN, D.J.; ZHANG, Y. A semi-automated approach for extracting buildings from Quickbird Imagery applied to informal settlements mapping. **International Journal of Remote Sensing**. Vol. 28 n. 10. 2343-2357.

MELLO, F. C. **Gestão Urbana como Processo Integrado: O Alcance Sanitário da Urbanização de Favelas Em Belo Horizonte**. Tese de Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte. 2005.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV)**. 2011. EB10-N-72.001. Brasília. 2011.

MITTULAH, W. **A Case Study on Nairóbi In The Challenge of Slums: Global Report on Human Settlements**. London: Earthscan. 2003.

Montoya, C.; Loaiza, D.; Cruz, C.; Torres, P.; Escobar, J.C.; Delgado, L.G. Propuesta metodológica para localización de estaciones de monitoreo de calidad de agua em redes de distribución utilizando sistemas de información geográfica. **Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia**. no.49 Medellín Jul./Sept. 2009.

MUKHERJEE, F. Public Participatory GIS. **Geography Compass**. Vol.9. no. 7 pp.384–394. 2015.

MUNIZ, A.M.V. Produção do Espaço Metropolitano de Fortaleza e a Dinâmica Industrial. **Mercator (Fortaleza)**. vol.14 no.3 Fortaleza Sept./Dec. 2015.

MUNDIA, C.N. ANIYA, M. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairóbi city using remote sensing and GIS. **International Journal of Remote Sensing**. Vol. 26, No. 13, pp. 2831–2849. 2005.

MURUNGA, G. R. The cosmopolitan tradition and fissures in segregationist town planning in Nairóbi, 1915–23. **Journal of East African Studies**. Vol. 6, No. 3, August 2012, 463 – 486. 2012.

MWANTI, M.A.; KINOTI, M.K.; WAMAE, A.W.; NDONGA, M.; MIGIRO, P. S. Prevalence of intestinal worm infections among primary school children in Nairóbi City, Kenya. **East African Journal of Public Health** Vol. 5 . no. 2 pp 86-69. 2008.

NADER, R.S. **Integração de Dados em SIG.Uma Abordagem por Tecnologias de Uso Livre**. Tese de Doutorado em Geografia Humana. Universidade de São Paulo - USP. 2015.

NEMTINOV, V.A.; NEMTINOVA, Y.V.; BORISENKO, A.B.; NEMTINOV, K.V. Construction of concentration field of elements in 3D in groundwater of an industrial hub using GIS technologies. **Journal of Geochemical Exploration**. Vol. 147 pp.46-51. 2014.

NESBIT, S.; STANO, J.; ATWATER, J.W. CASAVAN, T. Cascading Water: Combining GIS and system analysis to maximize water reuse. **Canadian Journal of Civil Engineering**. vol. 39. pp. 1321-1327. 2012.

NJUNGUNA, S.M.; GITURU, R.W.; WANG, Q.; WANG, J. Assessment of macrophyte, heavy metal, and nutrient concentrations in the water of the Nairóbi River, Kenya. **Environmental Monitoring and Assessment**. Vol.189 no.454. 2017.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Editora Blucher. 2011.

OGENDO, R.B. Industrial Location in Nairóbi Area. **Geojournal**. vol.2 no. 5 pp.451-462. 1978.

OLIVEIRA, S.M.M.C. Mortalidade Infantil e Saneamento Básico – Ainda Uma Velha Questão. **Anais do Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais – ABEP**. 2008. Belo Horizonte.

OLIVEIRA, R.M.A.B.; ARAÚJO, F.M.C.; CAVALCANTI, L.P.G. Aspectos entomológicos e epidemiológicos das epidemias de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. vol.27 no.1. Brasília. 2018.

ORDÁS. J. A. GIS application in project management of water networks in South African Republic. **Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental – RIHA**. Vol. 33 n.2. La Habana – Cuba. 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU (A). **World Water Development Report**. 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU (B). **The State of Food and Agriculture**, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply, Sanitation and Hygiene**, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **The Millenium Development Goals Report**. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **The Sustainable Development Goals Report**. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. United Nations Iniciative on Global Geospatial Information Management (UN – GGIM). **User case studies bulletin – Algiers**. 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Wastewater management: A UN-Water Analytical Brief**. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU; GOVERNO DO QUÊNIA. **City of Nairóbi Environment Outlook**. 2007.

OUIBA, Y. H. Improvement of water supply through a GIS-based monitoring and control system for water loss reduction. **UN Water International Conference** (Zaragoza, 3-5 october). 2011.

PAGANOPOULOS, G.P.; BATHRELLOS, G.D.; SKILODIMOU, H.D.; MARTSOUKA, F.A. Mapping Urban Water Demands Using Multi-Criteria Analysis and GIS. **Water Resources Management**. vol. 26, pp. 1347–1363. 2012.

PAUL, S. Analysing and Mapping Urban Poverty of English Bazar Slum: An Approach of Micro Level Planning Perspective from a Developing Country (India). Bangladesh. **E-Journal of Sociology**. Volume 12, Number 2. July 2015.

PEREIRA, F. L. F. O Ensino da Geografia e as Novas Tecnologias: as Perspectivas dos Jogos Eletrônicos como Recurso Metodológico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia** vol. 2 nº 4 pp.173-191. Campinas. 2012.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK**. 5ª Edição. 2013.

PORTO. R. L. (ORG). **Fundamentos para a Gestão da Água**. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. 2012.

POWER, P. A.; BERNABÉ, M. A.; PASCUAL, A. F. R. Compartir: La Solución está en las Infraestructuras de Datos Espaciales. In: BERNABÉ-POVEDA, M. A.; VAZQUEZ, C.M.L. **Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)**. Universidade Politecnica de Madrid. 2012.

PRADHAN, P.; COSTA, L.; RYBSKI, D.; LUCHT, W.; KROPP, J. A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions. **Earth's Future**, Vol.5(11), pp.1169-1179. 2017.

RATCLIFFE, J.H. Geocoding crime and a first estimate of a minimum acceptable hit rate. **International Journal of Geographical Information Science**. Vol. 18 pp. 61-72. 2004.

RAUEN, V. A. B. **Análise Espacial de Vulnerabilidade a Vazamentos em Rede de Abastecimento de Água**. . Tese de Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia. Universidade de São Paulo – USP. 2014.

RIBEIRO, B.C. **Tecnologia e Inovação no Saneamento Básico: uma análise das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs) do Brasil**. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 2018.

ROBERTSON, J.; SHINOZUKA, M; WU, F. Mitigation of the consequence of seismically induced damage on a utility water network by means of next generation SCADA. Proc. SPIE 7983. Nondestructive Characterization for Composite Materials, Aerospace Engineering, **Civil Infrastructure, and Homeland Security** - 79832B. 2011

RODRIGUES, A.C.M.; MELO, A.C.F.L.; JÚNIOR, A.D.S.; FRANCO, S.O. RONDON, F.C.M. BEVILAQUA, C.M.L. Epidemiologia da leishmaniose visceral no município de Fortaleza, Ceará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. vol.37 no.10. Rio de Janeiro. 2017.

SANDOVAL, L.C.; FLORES, J.R.R.Z.; LEÓN, A.B.J. Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de Mexico. **Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental - RIHA**. Vol. 34. 2013.

SANTOS, E.O. Interfaces entre a política habitacional e o plano diretor participativo na metrópole Fortaleza-CE. **Sociedade & Natureza**. vol.25 no.3 Uberlândia Sept./Dec. 2013.

SANTOS, M. **Economia Espacial**. Editora EDUSP. São Paulo – SP. 2003.

SAJEVA, S. Encouraging knowledge sharing among employees: how reward matters. **Social and Behavioral Sciences**. Vol.156 pp.130 – 134. 2014.

SAUNDERS, S.G. BARRINGTON, B.J. SRIDHARAN, S. MEO, S. HADWEN, W.; SHIELDS, K.F.; SOUTER, R.; BARTRAM, J.K. Addressing WaSH challenges in Pacific Island Countries: A participatory marketing systems mapping approach to empower informal settlement community action. **Habitat International**. Vol. 55. pp. 159-166. 2016.

SAURABH, A.; LITRIC, X.; SASTRY, S.; BAYEN, A.M. Cyber Security of Water SCADA Systems—Part II: Attack Detection Using Enhanced Hydrodynamic Models. **Transactions on Control Systems Technology**. Vol. 21 no. 5. pp. 1679-1693. 2013.

SHAMSI, U. M. **GIS applications for Water, Wastewater and Stormwater Systems**. Editora CRC Press Book. 2005. Estados Unidos.

SIBER, R. From Classic Atlas Design to Collaborative Platforms: The Swiss Atlas Platform Project. **25th International Cartographic Conference**. Paris – França. 2011.

SILVA, J.B. Reestruturação Produtiva e Reconfiguração da Área Central de Fortaleza. **Mercator (Fortaleza)**. vol.14 no.3 Fortaleza Sept./Dec. 2015.

SILVA, M.G.C. Anos potenciais de vida perdidos segundo causas, em Fortaleza (Brasil), 1978-80. **Revista de Saúde Pública**. vol.18 no.2 São Paulo. 1984.

SILVA, R.F. FICARELLI, T.R.A. RIBEIRO, B.C.; COIMBRA, P.R.S. RODRIGUES, T.M. Proposta de Integração de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em Companhias de Saneamento Básico. **Anais do Congresso ABES/FENASAN**. São Paulo – SP. 2017.

SITZENFREI, R; MÖDEL, M; RAUCH, W. Automatic generation of water distribution systems based on GIS data. **Environmental Modelling & Software**. 47 pp. 138-147. 2013

SOMERS, R. Developing GIS Management Strategies for an Organization. **Journal of Housing Research**. Vol. 9, No. 1 pp. 157-178. 1998.

SOUSA, N.M. **Memórias na Cidade: Representações de Fortaleza no Museu do Ceará**. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Ceará - UFC. 2011. Fortaleza – CE.

TAYLOR, D.R.F. **Cybercartography: Theory and Practice**. Elsevier Science. 2005.

TAYLOR, P.; BROOKE, L.; MCLOUGHLIN, C.; DI BIASE, T. "Older workers and organizational change: corporate memory versus potentiality", **International Journal of Manpower**. Vol. 31 Issue: 3, pp.374-386. 2010.

THUO, A. D. M. Impacts Of Urbanization On Land Use Planning, Livelihood And Environment In The Nairóbi Rural-Urban Fringe, Kenya. **International Journal Of Scientific & Technology Research**. vol. 2 n. 7. 2013.

TSAI, B. LU, D. CHUNG, M. LIEN, M. Evaluation of PPGIS empowerment d A case study of Meinong. **Journal of Environmental Management**. Vol. 116. pp.204-212. 2013

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água – 4ª edição**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. 2006. São Paulo.

TUFAN, E.; AKÜREK, Z.; OGUZTÜZÜNM H. Dynamic and Context-based GIS Interoperability to Support Infrastructure Management in Municipalities. **URISA Journal**. Vol. 26 no.2. pp.33-50. 2015.

UNIÃO EUROPEIA. **Data Specification on Utility and Government Services – Technical Guidelines**. INSPIRE, D2.8.III.6. 2010.

USÓN, T.J.; KLONNER, C.; HÖFLE, B. Using participatory geographic approaches for urban flood risk in Santiago de Chile: Insights from a governance analysis. **Environmental Science & Policy**. vol. 66 pp. 62–72. 2016.

VARADE, A.M.; KHARE, Y.D.; DONGRE, K.P.; MULEY, S.; WASNIK, G. Integrated geographical information system (GIS)-based decision support system (DSS) approach to identify the site-specific water conservation structures in a watershed of Nagpur district, Central India. **Sustainable Water Resources Management** vol. 3, pp.141–155. 2017.

VERDIN, K.L.; VERDUN, J.P. A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins. **Journal of Hydrology**. Vol. 218, pp. 1-12. 1999.

VIEIRA, R.H.S.F.; CATTER, K.M.; SAKER-SAMPAIO, S. RODRIGUES, D.P.; THEOPHILO, G.N.D.; FONTELES-FILHO, A.A. The stormwater drain system as a pollution vector of the seashore in Fortaleza (Ceará State, Brazil). **Brazilian Journal of Microbiology**. vol.33 no.4 São Paulo. 2002.

VUJNOVIĆ, G.; PERIŠIĆ, J.; MILOVANOVIĆ, M.; RADOVANOVIĆ, L. Using Scada Applications in Water Supply System. **Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering**. Tome XI. 2018.

WATER NEW ZEALAND. **National Modelling Guidelines – Water Distribution Network Modelling**. 2009.

WORELL, C.M.; WIEGAND, R.E.; STEPHANIE, M.D. ODERO, K.O.; BLACKSTOCK, A. CUÉLLAR, V.M.; NJENGA, S.M.; MONTGOMERY, J.M. SHARON, L.R.; FOX, L.M. A Cross-Sectional Study of Water, Sanitation, and Hygiene-Related Risk Factors for Soil-Transmitted Helminth Infection in Urban School- and Preschool-Aged Children in Kibera, Nairóbi. **Plos One**. Published: March 7, 2016.

XÉXEO, G. **Modelagem de Sistemas de Informação: da análise de requisitos ao modelo de interface**. Creative Commons Atribuição. 2007.

ZANELLA, M.E.; OLÍMPIO, J.L.; COSTA, M.C.L.; DANTAS, E.W.C. Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Sociedade & Natureza** vol.25 no.2 Uberlândia. 2013.

Apêndice 1

Roteiro Semiestruturado de Pesquisa sobre Uso e Gestão de Informações Geográficas em Companhias de Água e Esgoto

Requisitos e atendimento

Elaborado por:
Thomas Ribeiro de Aquino
Ficarelli

Novembro de 2016

1 – Disponibilidade de Informação

1a. Quais são as principais ações (formais e informais) de partilha e gestão do conhecimento da companhia e de que forma a companhia promove a inclusão dos funcionários mais idosos em aprender e ensinar?

(3) - Os funcionários aprendem bastante entre si, havendo um relacionamento recíproco de aprendizado entre gerações. A companhia oferece cursos no escritório ou externos, sendo que os próprios funcionários podem realizar ou propor cursos.

(2) – A companhia conta com ações de gestão do conhecimento, porém os funcionários mais idosos acabam tendo participação limitada (seja para aprender ou ensinar), visto o investimento nesse assunto se direcionar principalmente aos mais jovens.

(1) – A troca de conhecimento entre funcionários e gerações se dá somente por meio informal.

(0) – Não há incentivos para a troca de conhecimento e aprendizado na companhia.

1b. A companhia dispõe de plantas e acervo técnico e todas as suas estruturas?

(3) – Há plantas sobre todas as estruturas disponíveis e das tubulações, com detalhes dos respectivos equipamentos que as compõem quando é o caso (ex: tanques de tratamentos, bombas em elevatórias, medidores de vazão, etc.)

(2) – Há plantas de muitas ou de quase todas as estruturas. Porém, nem sempre essas contam com detalhes dos equipamentos.

(1) - Somente as principais estruturas ou parte delas contam com plantas (ex: estações de tratamento, elevatórias e escritórios), assim como das tubulações.

(0) - Muitas plantas foram perdidas ao longo da história por não haver um acervo técnico, e não há representação suficiente para as estruturas.

1c. De que forma são levantadas as localizações das estruturas e das propriedades da companhia?

(3) - Todas as estruturas possuem coordenadas geográficas cadastradas.

(2) - A maioria delas estão cadastradas, seja por coordenadas geográficas ou por endereço.

(1) - O cadastro das estruturas é feito somente pelos endereços, e nem todas elas têm o endereço registrado.

(0) - A localização das estruturas, seja por endereço ou por coordenadas, não está presente nos cadastros.

1d. Há na companhia uma política ou diretrizes para Gestão da Qualidade em projetos e processos?

(3) – Sim. Em todas as áreas técnicas e administrativas são empregadas ações visando a gestão da qualidade para garantir que as etapas de projetos e processos sejam documentadas. Ainda, a companhia conta com certificações externas (ex: ISO 9.001).

(2) – Sim. em todos os setores, porém não é monitorado e atualizado constantemente (seja pelo próprio setor ou corporativamente).

(1) - Sim, porém essa gestão ocorre mais por meio “verbal” que “formal”. No caso, as informações referentes a eles ficam disponível somente entre os funcionários envolvidos, sem canais de comunicação eficazes no âmbito corporativo.

(0) – Não. As ações da companhia não são feitas em processo e projetos, e as informações são livremente registradas conforme interesse dos funcionários e equipes.

2 - Digitalização

2a. Existem estímulos tecnológicos e financeiros da companhia para digitalizar informações ainda em papel?

(3) – Sim. Todos os documentos de interesse foram digitalizados e atualmente a maioria das tarefas passam por meio eletrônico.

(2) – Os documentos estão passando por digitalizações. E sempre que solicitada verba para esse fim, ela é aprovada pelas diretorias.

(1) - Nem sempre há verba pra novas digitalizações e isso não vem sendo visto como prioridade, seja por motivo financeiros ou institucionais.

(0) – Poucos documentos foram digitalizados até o momento, há pouca verba para isso e o trabalho sobre papel ainda é frequente.

2b. As plantas das estruturas da companhia estão disponíveis em formatos digitais?

(3) - Sim, em .pdf(ou outro de imagem) e vetor georreferenciado (ex: CAD).

(2) - Somente em .pdf (ou outro de imagem) ou só em vetor, independentemente destes serem ser georreferenciados ou não.

(1) - Muitas das plantas ainda estão em papel. As digitalizadas podem estar ou em .pdf (imagem) ou em vetor.

(0) – As plantas estão disponíveis somente em papel.

2c. Qual é o nível de conhecimento dos funcionários a respeito de tecnologias e plataformas digitais e de que forma a companhia oferece acesso a dispositivos eletrônicos a eles?

(3) - Todos os funcionários têm conhecimento básico de informática (ex: internet e softwares essenciais às respectivas funções) e email corporativo individual, bem como eles têm acesso a dispositivos (computadores, tablets, smartphones, etc.), seja de forma compartilhada ou individual.

(2) - A maioria dos funcionários tem conhecimento básico de informática (internet e softwares essenciais às respectivas funções) e um email corporativo. Os dispositivos são compartilhados em alguns casos.

(1) - Poucos funcionários têm conhecimento básico (internet e softwares essenciais às respectivas funções) e o email corporativo é restrito às gerências.

(0) - Não há email corporativo na companhia e poucos são os computadores e aparelhos disponíveis aos funcionários.

2d. Como foram feitas as campanhas de digitalização dos documentos da companhia?

(3) - Elas foram feitas por funcionários da companhia, ou por empresas terceirizadas que foram constantemente acompanhadas nesse processo.

(2) - Apesar dos funcionários da companhia terem essa capacidade de digitalizar os documentos, o serviço foi terceirizado para acelerar o processo e/ou reduzir custos, sem que houvesse acompanhamento dos funcionários.

(1) - Os funcionários não têm capacidade de digitalizar esses documentos. Quando ocorre uma campanha de digitalização, é a empresa terceirizada que faz o processo por conta própria.

(0) - Nunca houve uma campanha de digitalização dos documentos da companhia.

3 – Mapa de Base

3a. Conferir se a companhia pode realizar com recursos próprios, ou contar com os órgãos locais, para obtenção das seguintes informações geográficas na área metropolitana: malha viária (1). uso e ocupação do solo (2). cartas oficiais (3), e. imagens aéreas (4).

Informação	Sim	Parcial	Não	Em formato digital/vetorial	A Cia pode digitalizar o restante	A Cia não tem recursos para digitalizar o restante
Malha viária e de transportes						
Uso e ocupação do solo (inclusive das bacias hidrográficas dos mananciais)						
Cartas oficiais						
Imagens/fotografias aéreas (indicar escala / resolução)						

3b. Conferir se a companhia pode realizar com recursos próprios, ou contar com os órgãos locais, para obtenção das seguintes informações geográficas na área metropolitana: topografia (1). hidrografia (2). pontos de monitoramento de precipitação (3), de vazão(4) e de qualidade da água(5).

Informação	Sim	Parcial	Não	Em formato digital vetorial	Resolução (topo) e Escala (hidro)	A Cia pode digitalizar o restante	A Cia não tem recursos para digitalizar o restante / não há monitoramento
Topografia							
Hidrografia							
Monitoramento Pluviométrico					Vazio		
Monitoramento Fluviométrico					Vazio		
Monitoramento da qualidade da água					Vazio		

3c. Como a Companhia adquire dados geoespaciais sobre áreas irregulares e favelas na área metropolitana?

(3) - Outros órgãos oficiais fazem esse mapeamento e os dados geoespaciais estão completamente disponíveis. Ou então, não existem favelas na área metropolitana.

(2) - Há um bom levantamento geoespacial dessas áreas, seja este realizado por parte da Companhia ou de outro órgão, para subsidiar projetos atuais e futuros de abastecimento e esgoto.

(1) - A companhia tem capacidade de mapear essas áreas, seja por conta próprio ou por contratação de terceiros. Porém, o mapeamento é feito pontualmente, conforme novos projetos e intervenções são realizados.

(0) - Não há dados geoespaciais na companhia sobre essas áreas e a companhia não é capaz de cria-los ou adquiri-los, seja com recursos próprios ou de terceiros.

3d. Conferir se a companhia tem acesso às cartas de infraestruturas subterrâneas (caso existam na cidade): Eletricidade (1). Drenagem Urbana (2). Telefone (3). Edificações como estacionamentos, túneis e metrô (4), e. gasodutos (5).

Tipo	Sim	Parcial	Não	O levantamento é feito pontualmente conforme intervenções.	Ela é superficial, ou inexistente.
Eletricidade					
Drenagem de Águas Pluviais					
Estacionamentos, metrô e túneis					
Edificações (ex: porões e estacionamentos subterrâneos)					
Gasodutos					

4 – Modelagem Geoespacial

4a. De que forma os dados geoespaciais digitais estão organizados na companhia?

(3) - O que está digitalizado foi subdividido em entidades (ou grupos, ou camadas), categorizadas e hoje estão presentes num SGBD unificado/central, ou totalmente compartilhado entre diferentes servidores.

(2) - A modelagem conceitual dos dados geoespaciais está em desenvolvimento no momento.

(1) - Apesar de estarem presentes num SGDB, os dados geoespaciais vêm apresentando problemas pela modelagem não ter sido eficientemente desenvolvida para atender às demandas previstas pela companhia.

(0) – Os dados geoespaciais não estão organizados e estão presentes somente junto às equipes responsáveis, disponíveis em arquivos individuais a cada computador.

4b. Na definição dos campos e camadas, bem como layout e simbologia dos mapas, foi aplicado algum padrão cartográfico reconhecido em âmbito local, nacional ou internacional?

- (3) – Sim, por meio de regras internacionalmente reconhecidas como ISO ou OGC.
- (2) – Sim. Por meio de regras nacionalmente ou regionalmente reconhecidas (ex: instituto cartográfico do país, exército, etc).
- (1) - Apesar de não ter sido estipulado o uso de normas cartográficas, uma campanha já está em andamento para readaptar esses dados ou para os novos dados geoespaciais a serem criados.
- (0) – Não foi empregada nenhuma norma específica.

4c. Foram estabelecidas indexações para os dados geoespaciais existentes?

- (3) - Sim, todos eles estão indexados (definir a indexação).
- (2) - Somente algumas camadas foram indexadas.
- (1) - Poucas camadas estão indexadas e a campanha tem tido leve progresso.
- (0) - Não há indexação do banco de dados geoespaciais.

4d. Existe uma topologia de objetos vetoriais padronizada para a Companhia?

- (3) – Sim. para todos os dados que forem necessários, bem como há um verificador de dados (validação) dos nós e após edições e atualizações.
 - (2) - Sim, porém não há validação dos dados quando eles são editados.
 - (1) – Não. Porém regras topológicas já está em elaboração ou discussão ou, pelo menos, elas são cuidadosamente aplicadas pelos funcionários.
 - (0) - Não há nenhum tipo de regra ou ação que incorpore topologia aos dados geoespaciais
-

5 – Dados geográficos internos

5a. Foram estabelecidos metadados para as camadas de dados geoespaciais produzidos pela própria companhia?

- (3) - Todas as camadas têm metadados conforme normas OGC ou ISO, e estes são atualizados quando necessário.
- (2) – Existem os metadados para todas as camadas, apesar de não terem seguido nenhum tipo de norma.
- (1) - Somente algumas camadas têm metadados, independentemente da norma que foi utilizada.
- (0) - Não existem metadados, para nenhuma camada.

5b. O software (e/ou serviço) disponível para manipulação de dados geoespaciais (edição e elaboração de mapas) é amplamente disponibilizado aos funcionários?

- (3) - Qualquer funcionário pode solicitar a instalação do software ou acesso ao serviço, ou então eles instalam softwares alternativos (como os de código aberto) dos quais já tem conhecimento de uso.

(2) - Existe uma cota para instalação do uso do software ou acesso ao serviço, mas raramente isso traz problemas.

(1) - Existe uma cota para instalação ou uso do software ou do serviço, e frequentemente ocorrem problemas de excesso de usuários em relação a licenças ou acessos simultâneos aos serviços que prejudicam seu desempenho.

(0) - Não há instalados softwares ou serviços para esse tipo de atividade.

5c. A respeito da capacitação/treinamento dos profissionais internos para manipulação de dados geoespaciais, de que forma esta vem sendo feita?

(3) - Já foram realizadas várias campanhas de treinamento, com convite para atualização e novos cursos no assunto com determinada frequência.

(2) - Foi realizada uma única campanha até o momento, e nunca mais.

(1) - O aprendizado ocorre informalmente nas equipes, entre os próprios colegas.

(0) - Nunca foram feitas campanhas para esse fim.

5d. De que forma é feito o controle sobre a imprecisão métrica dos dados geoespaciais?

(3) - Respeitando-se o padrão de 0,5 mm de tolerância na escala do mapa, assim como as camadas de base.

(2) - Os dados foram adaptados às camadas de base (que não obedecem necessariamente à tolerância de 0,5 mm). Porém, em locais cujo erro ultrapassa essa tolerância, há referenciais para indicar com maior precisão a localização de objetos.

(1) - Esse controle foi feito somente para algumas camadas estratégicas, como as redes de água e esgoto, em relação à via por onde passam, eventualmente com referenciais de proximidade com relação a outros objetos.

(0) - O controle de tais imprecisões é feito no olho e as referências de proximidades não são registradas.

5e. Sobre o Banco de Dados Geoespaciais da Companhia, quais das informações solicitadas na lista abaixo estão plenamente, parcial ou ausentes?

Tipo	Total	> 50%	<50%	Ausente
Abastecimento				
Mananciais				
Captações (superficiais ou poços)				
Adutoras				

Estações de Tratamento de Água				
Estações Elevatórias de Água Bruta				
Estações Elevatórias de Água Tratada				
Tubulações/redes de abastecimento				
Reservatórios de Distribuição				
Válvulas				
Hidrantes				
Distritos de abastecimento				
Outros:				
Clientes / Hidrômetros				
Escritórios / sedes operacionais				
Esgotamento				
Tubulações/redes de esgoto				
Estações elevatórias de esgoto				
Estações de tratamento de esgoto				
Ponto de lançamento de efluentes				
Distritos de esgotamento				

6 - SIG Corporativo

6a. A respeito do uso do SIG corporativo, quais são os direitos dentre os diferentes perfis de usuários?

(3) – A plataforma possui as modalidades “visualização” (ex: SIGweb), “importar dados” em mais de um formato e “editar dados” (no sigweb ou no software), no qual usuários de diversas

equipes podem optar por uma ou mais dessas 3 opções.

(2) – Os usuários podem visualizar e importar dados somente em um formato, enquanto a edição é restrita a equipes específicas de cadastro técnico e cartografia.

(1) – Os usuários podem somente visualizar os dados e a importação é vedada a somente alguns dados geoespaciais, pois a edição/atualização está centralizada num único setor.

(0) - Não há no momento um SIG corporativo, ou mesmo um SGBD geoespacial.

6b. No processo de implementação do SIG corporativo (já realizado ou em andamento), de que modo houve participação dos funcionários em sua concepção?

(3) – Os funcionários, gestores, diretores, o setor responsável e a empresa contratada (caso houver) participaram e o assunto foi amplamente discutido na companhia.

(2) – Os gestores, diretores, o setor responsável e a empresa contratada (caso houver) participaram e a repercussão do assunto foi razoável (ex: notificações por e-mail, palestras), sem participação dos funcionários sem hierarquia.

(1) - O assunto ficou restrito às diretorias e ao setor responsável pela implementação e foram feitas pequenas campanhas de comunicação para adaptação dos funcionários

(0) - O assunto ficou restrito às diretorias e ao setor responsável pela implementação, criando-se muitas dúvidas aos funcionários por não ter havido comunicação. Ou, nunca houve conversa sobre o assunto a nível corporativo.

6c. Como que foi elaborada a publicação do edital ou termo de referência propostos para contratação de empresa externa para a implantação do SIG corporativo?

(3) - O Edital e o contrato foram rigorosamente concebidos com equipe técnica altamente qualificada até sua implementação. Os serviços da contratada foram prestados satisfatoriamente.

(2) - Apesar de um ou outro problema não ter sido previsto no edital, a Companhia sempre soube contornar problemas no curto e médio prazo, seja por recursos próprios ou com termo de referência complementares.

(1) – A etapa de concepção e redação deste tópico ainda está em elaboração e o assunto está sendo seriamente discutido.

(0) - O edital/contrato não previu uma série de problemas por não ter sido feito por equipe qualificada. Hoje a Companhia enfrenta vários problemas no SIG corporativo.

6d. Durante a concepção do projeto e implementação, de que forma foram avaliadas questões financeiras como o custo-benefício e retorno de investimento (ROI) do SIG?

(3) - Não foi necessário. Foram feitas as cotações mas a Diretoria já tinha plena consciência do retorno em longo prazo. Hoje, os diretores estão satisfeitos.

(2) - Foi necessário mapear os custos e benefícios, com análise contábil somente dos elementos de grande porte (ex: novo servidor, aquisição de softwares privados, etc.) e, apesar da leve resistência da diretoria, o plano andou. Hoje eles estão satisfeitos.

(1) - A Diretoria solicita cálculos financeiros e análises de custo-benefício muito complexas

aos funcionários da equipe de SIG ou de outras equipes envolvidas, bem como há resistência em sua implantação. Eles ainda se queixam se a decisão foi bem tomada, ou mesmo se deverá ser tomada.

(0) - O projeto SIG está paralisado pois não há convencimento da Diretoria de sua implantação, ou o projeto ainda não existe.

7 – Análise espacial simples

7a. A respeito de estudos de alternativa locacional para implantação de estruturas (ETEs, reservatórios de distribuição, novas redes, etc.), de que forma ocorre a contribuição do SIG na tomada de decisão?

(3) – Para muitos projetos o SIG é utilizado para este fim e essa análise já faz parte da rotina.

(2) - Os dados do SIG são repassados a empresas terceirizadas ou outros órgãos, os quais propõem a melhor localização para tais estruturas.

(1) - Já foram feitos alguns experimentos na companhia de alternativas locacionais, mas em geral os dados geoespaciais são medidos e analisados por terceirizadas ou empresas externas, e estes resultados nem sempre são repassados ao SIG corporativo.

(0) - Não há notícias sobre se o SIG (ou SGDB de dados espaciais) é utilizado ou não para este fim.

7b. Como que a companhia utiliza informações ambientais, de recursos hídricos e qualidade da água georreferenciadas para análises espaciais?

(3) - Todas as informações geográficas obtidas nos estudos ambientais são observáveis no SIG corporativo, como resultados de exames laboratoriais e licenciamento ambiental dos empreendimentos. As análises espaciais são realizadas com base em dados da companhia e outros elaborados externamente (ex: órgãos e ministérios de meio ambiente locais).

(2) - Existe um sistema corporativo específico com informações ambientais atualizadas e já existe uma rotina de transferência ou integração desses dados ao SIG para execução de análises espaciais.

(1) – Apesar de haver informações ambientais disponíveis em outros sistemas corporativos, estes nunca foram analisados sobre uma plataforma SIG.

(0) - O SIG não trabalha com esse tipo de informação e não há especialistas em SIG na equipe de Meio Ambiente ou nos laboratórios.

7c. De que forma a companhia realiza o mapeamento de manifestações dos clientes (reclamações, incidentes, fraudes, sugestões) na operação das redes de água e/ou esgoto na área metropolitana?

(3) - Todas as manifestações dos clientes são georreferenciadas, identificando-se as causas, motivos e responsáveis pela informação. Ainda, são constantemente feitas análises espaciais para reconhecimento de padrões dessas manifestações.

(2) - Muitas delas foram georreferenciadas, mas nem sempre todos os atributos referentes a elas são preenchidos no sistema. Já foram feitos experimentos de análises espaciais com esses dados disponíveis.

(1) - Algumas manifestações foram mapeadas, mas há problemas quanto a seus atributos e isso ainda está em teste e (re)avaliação na companhia. Nunca foram feitas análises espaciais indicando tendências sobre esses dados.

(0) - Nenhuma reclamação, fraude ou incidente foi mapeado até o momento.

7d. As camadas georreferenciadas das redes de água e esgoto possuem completos os seguintes atributos: diâmetro (1). material (2). ano de implantação (3), e. profundidade (4)?

Atributo	Total (>90%)	Entre 90 e 50%	Entre 50% e 25%	Menos de 25% ou 0%
Diâmetro				
Material				
Ano de implantação				
Profundidade				

7e. Quais são as ações realizadas pela companhia para o controle e diminuição de perdas no abastecimento, considerando-se também o uso de dados geoespaciais?

(3) - Toda a área urbana já foi subdividida em distritos e as perdas são calculadas, os vazamentos são diretamente reparados e o índice de perdas vem diminuindo substancialmente ou já é baixo (aprox. 15% ou menos).

(2) - Há um projeto de controle para toda a área metropolitana e em algumas áreas já foi implantado.

(1) - A companhia já fez um teste-piloto numa área da cidade, mas não há previsão de estendê-lo para toda a área metropolitana.

(0) - Nunca foi feito esse controle e o índice de perdas é alto (superior a 33%).

8 – Automatização

8a. Quando é feito um mapeamento no SIG a respeito de uma reclamação, incidente ou qualquer tipo de tarefa cujo registro está associado um endereço, de que forma este é inserido no SIG?

(3) - Os endereços e coordenadas estão diretamente associados por geocodificação. Quando se insere um, o outro aparece automaticamente, com base na malha viária e endereçamento

criado pela própria companhia.

(2) – Só é possível fazer o comando direto endereço – coordenadas e não o contrário. Se o usuário submeter um endereço no sistema, a tela leva o ponto imediatamente para onde foi solicitado.

(1) - Não há ferramenta de geocodificação. O usuário deve inserir manualmente o endereço e o ponto só pode ser obtido conhecendo-se as suas coordenadas, ou então utilizando pontualmente (dado por dado) nas plataformas externas.

(0) - Os registros de reclamação/incidente/tarefa não estão cadastrados por endereço nem por coordenadas.

8b. É possível realizar modelagens hidráulicas para avaliação e concepção de projetos de água e esgoto e para as redes existentes?

(3) – É possível realizar a modelagem hidráulica a partir de qualquer ponto da rede ou da cidade, pois todas as estruturas estão vetorizadas e topologicamente conectadas.

(2) – Já é possível realizar modelagens em diversos pontos da cidade. Porém, ainda há falhas nas execuções, em torno de 30% das tarefas.

(1) – Já foi possível realizar experimentos de modelagem hidráulica em pequenos distritos, e há pretensões de se estender essa função para toda a área urbana atendida.

(0) – Apesar de se contar com as redes em formato digital, a ausência de topologia ou de dados não permite a realização de uma modelagem hidráulica. Ou, as redes não estão sequer mapeadas.

8c. Existem ferramentas/modelos disponíveis para realização de análises espaciais de forma automática por meio de fluxos de trabalho, bastando a inserção de dados de input?

(3) - Existem diversos frameworks e muitos funcionários estão acostumados a usá-las. Inclusive, eles podem inseridos no ambiente SIG, podendo cada usuário calibrar e personalizar conforme as próprias necessidades.

(2) - Existem sim, para calcular índices de eficiência da operação de redes por exemplo, e elas são difundidas entre os usuários do SIG.

(1) - Existem, mas são poucos modelos e fluxos, restritos aos funcionários da equipe de SIG.

(0) - Não há fluxos de trabalho desse tipo.

8d. De que modo é feita a atualização de uma informação no SIG?

(3) - Os funcionários podem fazer automaticamente por meio de devices (ou smartphones), conforme permissões de seu perfil de uso.

(2) - O funcionário coleta a informação em campo e a atualiza manualmente no computador quando chega ao escritório.

(1) - O funcionário coleta a informação em campo e eventualmente atualiza, ou solicita a um funcionário de um outro setor a fazê-lo.

(0) – Não são feitas atualizações. Uma vez inseridas no sistema, elas não são mais alteradas.

8e. Há na companhia um (ou mais) sistemas SCADA pelos quais é possível controlar a operação dos sistemas metropolitanos de água e esgoto?

- (3) – Sim. Há sistemas SCADA para o abastecimento e para o esgotamento.
 - (2) – Sim. Porém, somente para o abastecimento ou para o esgotamento.
 - (1) – O SCADA ainda está em projeto e avaliação de custos e tecnologias e será em breve implantado para pelo menos o abastecimento ou o esgotamento.
 - (0) – Não há um sistema SCADA no momento e não é possível prever no momento quando haverá um.
-

9 – Integração Interna

9a. Existe na companhia alguma forma de se padronizar a codificação de diferentes estruturas e objetos nos sistemas digitais, inclusive no SIG?

- (3) - Sim, todos os objetos (ex: tubulações, instalações, elevatórias, propriedades da companhia, clientes, etc.) possuem um código de identificação que é idêntico para todos eles.
- (2) - Essa codificação existe, mas somente alguns sistemas demandam exigem essa informação.
- (1) - Isso foi pensado para o SIG, mas infelizmente nos outros sistemas essa codificação não é usada ou é diferente da do SIG.
- (0) - Não há nenhum tipo de padronização ou uma que funcione. Um mesmo objeto pode ser denominado de muitas maneiras nos diferentes sistemas corporativos.

9b. Qual é a capacidade do SIG e do Banco de Dados Geográficos de trabalharem de forma interoperável com outros sistemas corporativos?

- (3) - Todos os sistemas, inclusive o SIG, trabalham com arquivos e formatos de código aberto, bem como as redes de comunicação, os dispositivos eletrônicos e o servidor é central ou em pleno diálogo com servidores locais.
- (2) - O SIG trabalha com formatos de código aberto, sendo capaz de trabalhar com dados e formatos de outros sistemas corporativos. No entanto, muitos sistemas não conseguem dialogar entre si por questões de formatos, tecnologias ou comunicação de rede.
- (1) - Apesar de haver comunicação boa entre os sistemas e servidores, os formatos de arquivo são frequentemente incompatíveis e o SIG não foi concebido para ser interoperável.
- (0) - Os sistemas corporativos não conceberam medidas de interoperabilidade em suas criações.

9c. Qual é a atual tendência da companhia hoje a respeito da gestão dos sistemas corporativos e de eventuais integrações?

- (3) - Estabelecer conexões para que diferentes sistemas possam dialogar sobre um mesmo

assunto sempre que precisarem e unificar sistemas que aparentemente têm diversas informações ou tarefas repetitivas entre si.

(2) - Apesar de não serem previstas conexões e problemas de interoperabilidade, os sistemas foram bem desenhados de modo às informações e tarefas jamais serem repetidas.

(1) - Continuar a criar novos sistemas conforme demanda, sem preocupações com interoperabilidade e trocas de informações entre eles, mesmo que sejam repetitivas.

(0) - Não há sistemas corporativos na companhia.

9d. Já houve algum experimento para que um sistema corporativo (ou parte de suas informações) fossem parciais ou totalmente integrados ao SIG?

(3) - Sim, isso é feito sempre quando possível e alguns dos sistemas já estão com os dados integrados ao SIG.

(2) - Houve uma tentativa de realizar isso com um dos sistemas e deu certo. Novos estudos estão sendo feitos para possível integração.

(1) - Houve uma tentativa de se realizar essa integração. Mas, por dificuldades técnicas, a operação falhou e os sistemas permanecerão distintos.

(0) - Isso ainda não foi feito e não há previsão de se fazer.

10 – Análise espacial complexa

10a. Existe na Companhia uma política específica e corporativa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação?

(3) – Sim. Há uma equipe específica de PDI na companhia. A pesquisa é altamente incentivada entre os funcionários e a pesquisadores de outras instituições, sendo que com algumas delas a companhia tem acordos formalizados de cooperação técnico-científica.

(2) - Apesar de não existir formalmente essa política, existem diversos casos de pesquisas na companhia, seja por iniciativa dos funcionários ou de pesquisadores convidados.

(1) - Ela existe, mas é pouco incentivada devido à falta de verbas, de comunicação, de interesse dos funcionários, dentre outros motivos. Quando ocorre, ela está restrita a somente pesquisadores externos ou somente aos funcionários locais.

(0) - Não há nenhuma gestão de PDI na companhia e ela não é incentivada nem aos funcionários e muito menos a externos.

10b. Como que estão distribuídos pela companhia os profissionais altamente qualificados em manipular informações geográficas?

(3) - Em muitas equipes da companhia é possível encontrar profissionais com alta capacidade de lidar com informações espaciais de maneira crítica e analítica.

(2) - Especialistas no assunto encontram-se somente numa única equipe (equipe de SIG), enquanto pela companhia existem distribuídos pontualmente um ou outro funcionário habilitado.

(1) - Não há especialistas na empresa e, eventualmente, prestadores externos vêm para realizar tarefas pontuais.

(0) - Mesmo no setor responsável pelo SIG existem problemas quanto à capacidade dos funcionários no dia a dia.

10c. Os funcionários da companhia, de modo independente ou em parceria com instituições, já publicaram artigos técnicos sobre cartografia ou mapas em periódicos e tiveram seus trabalhos aplicados na companhia?

(3) - Sim, diversos funcionários da companhia elaboraram mapas ou escreveram artigos para essas revistas e a tendência tem se mantido ao longo do tempo, com frequente aplicação de seus resultados.

(2) - Houve alguns casos pontuais de funcionários que desenvolveram trabalhos no assunto. Nem sempre foram publicados, mas frequentemente os resultados foram aplicados na companhia.

(1) - Nunca foi feito um trabalho de pesquisa ou acadêmico específico no assunto por funcionários da companhia, mas já foram fornecidos dados a instituições parceiras que entregaram para nós o resultado, que eventualmente foi aplicado.

(0) - Nunca foi feito um trabalho de pesquisa ou acadêmico específico no assunto por funcionários da companhia, nem por instituições parceiras/terceirizadas.

10d. De que forma a companhia vem introduzindo equipamentos e formas de representação de alta tecnologia de informações geográficas?

(3) - É possível criar pelo SIG (ou outro software) imagens tridimensionais e diversos dados já são coletados em campo por drones e equipamentos LIDAR. Ainda, a companhia conta com uma sala e maquetes de representações digitais tridimensionais dessas informações geográficas para tomadas de decisão.

(2) - Já foram feitos alguns experimentos pontuais com drones pela companhia ou com LIDAR, mas essas informações não estão disponíveis no SIG. Existem telas grandes na companhia para observação desses dados, eventualmente bidimensionais ou tridimensionais.

(1) - A companhia ainda não vem trabalhando com dados tridimensionais mas conta com telas grandes para observação desses dados, quase sempre bidimensionais.

(0) - As informações no SIG não são adaptáveis a ambientes tridimensionais e não há como visualizar as imagens geográficas em telas maiores.

11 – Integração Externa

11a. De que forma ocorre o fluxo e eventuais trocas de informações geoespacial, considerando-se parcerias e a quantidade de órgãos, a abertura desses e a da própria companhia em fornecerem uns para os outros?

(3) - A companhia sempre busca fornecer e receber informações geográficas e isso já foi feito com várias instituições (ex: serviços de gás e luz, órgão de meio ambiente, polícia,

prefeituras, etc.).

(2) - A companhia já ofereceu as informações a um ou outro órgão e em geral solicita em troca informações geográficas deles.

(1) - A companhia recebe informações de um ou mais órgão e está negociando se oferecerá em troca informações a eles.

(0) - A companhia nunca forneceu informações geográficas a nenhum outro órgão e há uma séria resistência quanto a isso.

11b. De que forma o SIG corporativo disponibiliza a seus funcionários informações de SIGs de outros órgãos?

(3) - Os servidores dos outros órgãos disponibilizam essas informações por meio de serviços (WFS, WMS, etc) ao SIG da Companhia.

(2) - Parte deles são oferecidos por meio de serviços e outros são periodicamente importados e depois disponibilizadas no SGDB do SIG.

(1) - As informações sempre são importadas (automaticamente ou manualmente), periodicamente conforme atualizações, por meio de download na internet ou de recebimento via pendrive ou CD, e depois disponibilizadas no SGDB do SIG.

(0) - Não é disponibilizada. Os próprios funcionários devem buscar essas informações de base nos respectivos órgãos e/ou sites de internet.

11c. De que modo a companhia garante a segurança cibernética de seus sistemas e quais são as principais ações tomadas com relação a este assunto?

(3) - Todos os sistemas estão protegidos por meio de uma segurança unificada de todos os servidores por meio de padrões reconhecidos. Além disso, os PCs corporativos também estão protegidos e há funcionários treinados em relação às diretrizes de segurança da informação, com suporte de externos quando necessário.

(2) - Todos os sistemas estão protegidos. No entanto, não há empresa externa ou equipe especializada em segurança da informação para dar suporte imediato em ocasião de hackeamento.

(1) - Os sistemas não estão devidamente protegidos e/ou sofreram ataques recentemente. Os PCs corporativos não recebem nenhum tipo de segurança.

(0) - Os sistemas não possuem nenhum tipo de segurança /ou sofreram ataques recentemente, tornando-os potencial alvo de hackers novamente. O mesmo se aplica aos PCs corporativos.

11d. Sobre o acesso à plataforma do SIG corporativo, de que maneira essa pode ser realizada, seja pelos próprios funcionários, ou então por parceiros externos?

(3) - O acesso a distância é permitido a funcionários e também a interessados externos mediante avaliação e aprovação, que podem visualizar todas as camadas da companhia disponíveis no SIG, com regras específicas de edição e de download.

(2) - O acesso a distância é permitido somente a funcionários, que podem visualizar e editar ou fazer download de todas as camadas da companhia disponíveis no SIG.

(1) – O acesso a distância é permitido somente a alguns funcionários, que podem visualizar

somente algumas camadas que a companhia dispõe no SIG.

(0) - O acesso se dá somente em computadores da rede corporativa, dentro de seu espaço físico.

11e. Quando a companhia concede dados geoespaciais a terceiros, de que forma o processo é formalizado?

(3) - Existe um Termo de Uso específico para cada vez que um acordo é conveniado com um indivíduo ou uma entidade, o qual tem peso de contrato caso ocorra uso ineficiente ou indevido deles e tais informações estão registradas nos metadados.

(2) – Além da aprovação das hierarquias para esse processo. É feito posteriormente um controle sobre os dados quando eles vão para fora da companhia. O Termo de Uso, apesar de existir, acaba não sendo aplicado.

(1) – Em geral basta a aprovação das hierarquias para esse processo. Porém, não é feito nenhum tipo de controle sobre os dados quando eles vão para fora da companhia.

(0) - O processo de concessão de dados não é formalizado, ou jamais esses dados foram solicitados à companhia.

12 – Transparência e comunicação

12a. A companhia tem o hábito de publicar anualmente um Relatório de Sustentabilidade (ou similar) para todo o público, no qual relata informações e ações a respeito de seus recursos humanos, contabilidade, atendimento ao público e indicadores da qualidade do serviço nas áreas técnicas e administrativas?

(3) - Sim, e todas essas informações estão disponíveis em nosso relatório, o qual é publicado anualmente.

(2) – O relatório não é publicado todo ano, mas periodicamente (a cada 2 ou no máximo 3 anos) isso vem sendo feito.

(1) - Existe um relatório anual, porém com poucos detalhes a respeito de orçamento e indicadores de qualidade do serviço (exemplo: metodologia mal apresentada, dados desacompanhados de interpretações e análise crítica, etc.).

(0) - Não há nenhum tipo de Relatório de Sustentabilidade ou similar, ou então existe, mas sua publicação é restrita somente aos funcionários da companhia.

12b. Como é feito o controle e registro do atendimento ao cliente na Companhia?

(3) - Há um setor específico de atendimento ao cliente que unifica das demandas da companhia na área metropolitana. As reclamações são registradas como processo, acompanhadas e posteriormente avaliadas pelos nossos clientes (permanentemente ou periodicamente).

(2) - As reclamações estão cadastradas num sistema unificado, porém não é solicitado ao cliente que a avaliação seja feita, ou não são feitas pesquisas sobre o grau de satisfação do cliente.

(1) - As reclamações são registradas, porém elas estão em sistemas corporativos distintos ou alguns problemas vem sendo enfrentados com tal sistema (exemplo: modelagem do banco de dados, atributos mal planejados, falta de diversos dados, etc.)

(0) - O atendimento ao cliente é feito conforme as demandas, mas sem nenhum registro histórico sobre eles.

12c. Quando são feitas implantações de novas redes, ou então quando são realizadas interrupções nos sistemas de água ou esgoto, reestruturações/reformas e demais intervenções em vias públicas, de que forma é feita a comunicação à população atingida?

(3) - A divulgação ocorre pelo menos uma semana antes da intervenção, por contato direto (presencial, telefone ou digital como e-mail).

(2) - A divulgação é feita para o público geral (web ou cartazes no local) com certa antecedência, a qual o cidadão deve nos consultar (por site ou agências de atendimento) para ter conhecimento.

(1) - A divulgação ocorre um dia antes em geral.

(0) - A divulgação é feita na hora, pelos técnicos da obra.

12d. A empresa costuma divulgar informações geográficas à sua população, com uso de mapas em formato imagem ou interativos em plataformas digitais?

(3) - Sim. Existem mapas interativos em nosso site para esclarecer diversas dúvidas (sistemas de abastecimento, localização de diversas infraestruturas, qualidade da água, pontos de atendimento ao cliente, obras em andamento, etc.) e algumas informações vetoriais podem ser importadas pelos usuários.

(2) - Já existe um mapa interativo no website, porém as informações não podem ser importadas.

(1) - Os mapas são usados somente em alguns boletins e notícias produzidas pela companhia.

(0) - Não são usados mapas para divulgação de nossas informações, ou então são usados somente em divulgações internas.

12e. De quais maneiras as visitas técnicas nas estruturas da companhia são organizadas e quais são os incentivos para que a população em geral e demais interessados possam acessá-las?

(3) - As visitas são frequentes e de grande respaldo na população. Em geral as agendas são bem cheias e os grupos bastante diversificados, bem como diversas estruturas estão abertas para recebimento.

(2) - As visitas ocorrem constantemente, mas somente em uma única estrutura (ou duas) e periodicamente (cerca de uma vez ao mês).

(1) - As visitas requerem uma profunda análise e burocracia e, eventualmente, são abertas exceções a pequenos grupos, principalmente de estudantes, profissionais do setor e pesquisadores.

(0) - As visitas na infraestrutura da companhia são proibidas por questões de segurança ou por outros motivos institucionais.

13 – Cidadão participativo

13a. A companhia já se utilizou de informações geográficas colaborativas (produzidas pelos cidadãos) específicas para mapeamentos de interesse corporativo?

(3) - Sim, a própria companhia oferece aos cidadãos plataformas colaborativas de mapeamento e posteriormente essas informações são utilizadas para análise e proposta de melhorias. Os usuários podem observar os dados inseridos por outros usuários também.

(2) - Apesar da companhia não oferecer tal plataforma, existem instituições (parceiras ou não) que cuidam de plataformas nas quais os cidadãos mapeiam informações, as quais são posteriormente analisadas ou mesmo usadas pela companhia.

(1) - A companhia vem estudando esse assunto e há um projeto piloto em andamento.

(0) - Não existem plataformas colaborativas sobre os serviços de abastecimento e esgoto, ou essas informações jamais foram usadas ou analisadas pela companhia.

13b. De que forma os cidadãos são consultados para suporte e participação nas iniciativas, projetos e decisões da companhia?

(3) - Sempre que um projeto é elaborado ou implantado, são feitas audiências públicas, reuniões e eventos com convite a toda população. Além disso, há casos em que questionários são aplicados para conhecer melhor a população afetada. Os projetos são concebidos conforme as demandas, o processo decisório é transparente e considerações dos cidadãos são coletadas para ajustes como minimização incômodos, maximizar eficiência e contribuir com a manutenção dos sistemas de água e esgoto.

(2) - Sempre que um projeto é elaborado ou implantado, são feitas audiências públicas, reuniões e eventos com convite a toda população. Os projetos são concebidos conforme as demandas e considerações dos cidadãos e ajustes são realizados para minimização de incômodos.

(1) - Os cidadãos são consultados somente em projetos de grande porte, por meio de audiências públicas. No entanto, elas servem basicamente para formalizar decisões que já foram tomadas e poucas são as informações acatadas pela companhia.

(0) - Os projetos e iniciativas são elaboradas somente em âmbito dos funcionários da companhia.

13c. Quando ocorre a implementação de redes e abastecimento e esgoto em áreas irregulares ou favelas, de que forma os cidadãos se envolvem na realização do mapeamento da área e concepção do projeto?

(3) – A companhia possui parceria com outras entidades, ou mesmo apoio legal e de políticas públicas para levantar dados dessas populações, sendo que elas participam de todas as etapas do processo desde a concepção à operação. Ou, não existem áreas irregulares na área metropolitana.

(2) - Os cidadãos são incentivados a darem dados pessoais sobre condições socioeconômicas e

sobre como acessam serviços de saneamento básico, bem como contribuem ao indicar infraestruturas improvisadas para subsídio da concepção dos projetos. Elas são consultadas e participativas somente na etapa de concepção.

(1) - Os cidadãos participam eventualmente dessas iniciativas, muito devido a questões de segurança e clandestinidade das redes de água e esgoto dessas áreas, com as quais não querem se envolver.

(0) - Não há colaboração por parte da população, ou então esse trabalho é feito exclusivamente por funcionários da companhia ou contratados sem consulta popular.

13d. Como que a companhia incentiva a população a usar racionalmente a água e de que forma essa adere às campanhas para reduzir o consumo?

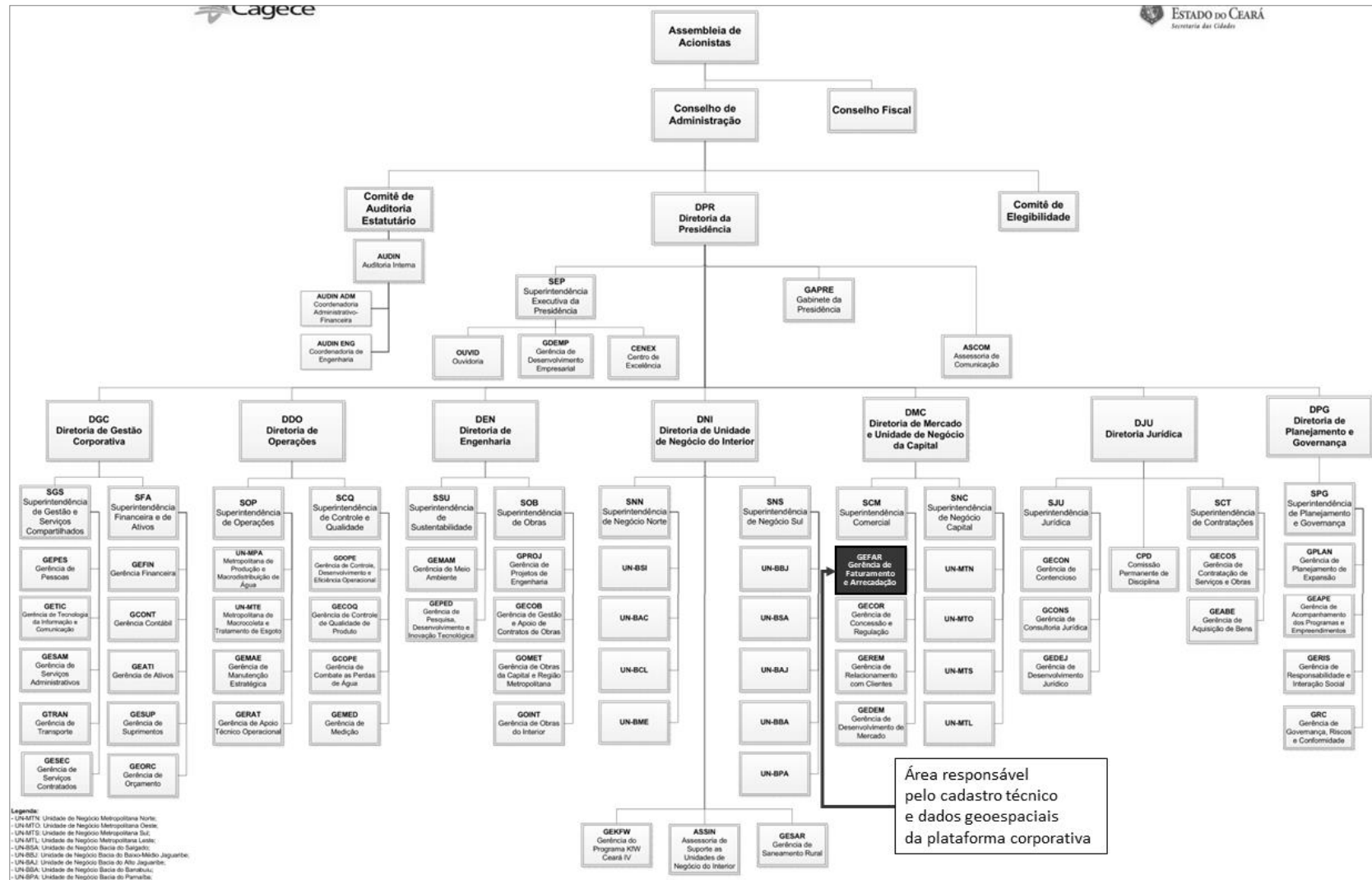
(3) - Existem constantemente ações na área metropolitana e incentivos como: campanhas de comunicação publicitárias e em locais públicos; incentivo fiscal a equipamentos de baixo consumo, reuso e captação de água de chuva; tarifa reduzida constante para diminuição do consumo ou consumo baixo; aumento de tarifas (“multas”) para consumo excessivo; Os resultados têm apontado para queda do consumo na área metropolitana nos últimos anos.

(2) - Os incentivos fiscais, financeiros e campanhas ocorrem periodicamente, sendo que em períodos de estabilidade hidrológica quase todos eles são retirados.

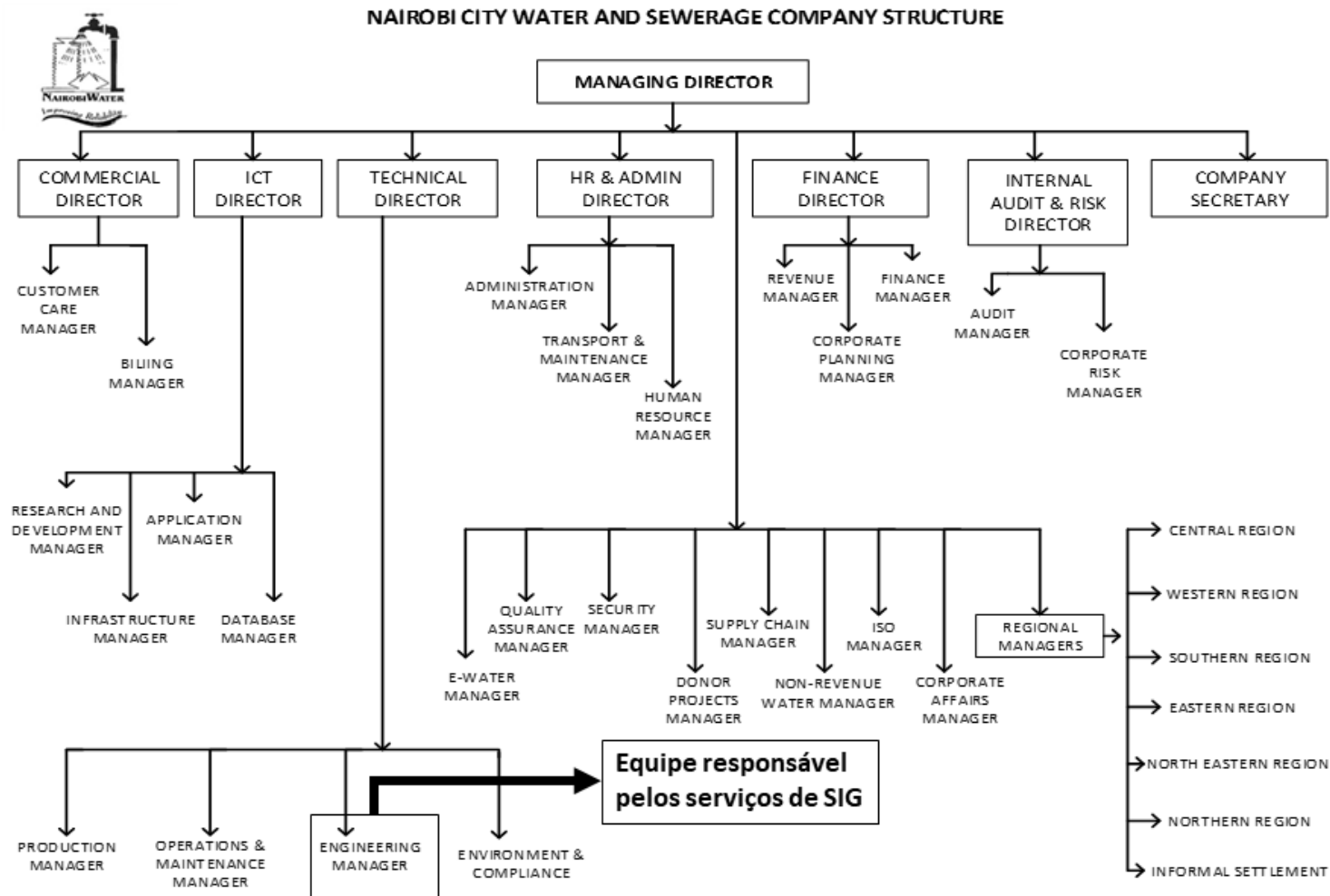
(1) - A companhia realiza eventualmente campanhas de comunicação, principalmente em épocas de escassez hídrica ou superconsumo (ex: aumento da população flutuante), e os resultados em geral são positivo.

(0) - A companhia nunca realizou esse tipo de campanha, ou então ela é realizada, mas não teve durabilidade após a última campanha popular feita.

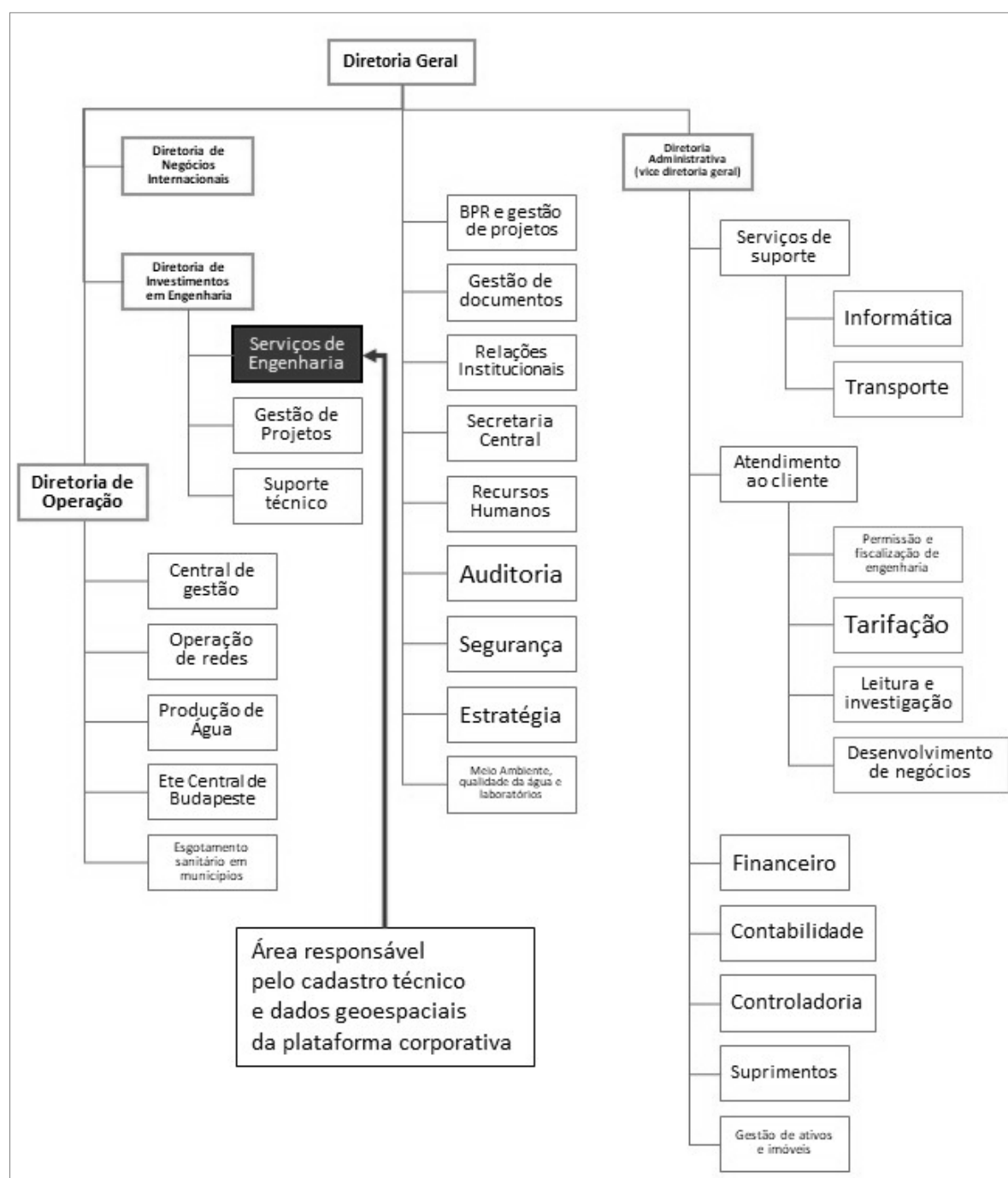
Anexo 1: Organograma da CAGECE



Anexo 2: Organograma da NCWSC



Anexo 3: Organograma da Fővárosi Vízművek





Thomas Ribeiro de Aquino Ficarelli

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5172861067218880>

Última atualização do currículo em 06/12/2018

Geógrafo atualmente cursando o programa de Doutorado em Saúde Global e Sustentabilidade da Faculdade de Saúde Pública da USP, atuação como geógrafo na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e membro da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. Formado em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP), com especialização em Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo - FATEC e Mestrado Profissionalizante em Geoprocessamento pela Universidade de Tor Vergata (Roma-2, Itália). Possui experiência nos seguintes temas: Geografia, Ciências Ambientais, Análise de Impacto Ambiental, Saneamento Básico, Recursos Hídricos, Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e Geoprocessamento. Contato: thomas.ficarelli@usp.br (**Texto informado pelo autor**)

Identificação

Nome	Thomas Ribeiro de Aquino Ficarelli
Nome em citações bibliográficas	FICARELLI, T. R. A.

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2015	Doutorado em andamento em Saúde Global e Sustentabilidade (Conceito CAPES 4). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Implantação e desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas para o Saneamento Básico: Uma perspectiva global, Orientador: Helena Ribeiro. Palavras-chave: Saneamento Básico; Sistema de Informações Geográficas; Sistemas de Gestão; Saúde Global. Grande área: Ciências Exatas e da Terra Grande Área: Engenharias / Área: Engenharia Sanitária / Subárea: Saneamento Básico / Especialidade: Técnicas de Abastecimento da Água. Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Pública. Setores de atividade: Serviços de arquitetura e engenharia; testes e análises técnicas.
2014 - 2014	Mestrado profissional em Geoinformazione / Geoprocessing. Università degli Studi di Roma Tor Vergata, UNIROMA, Itália. Título: Analise del GIS Aziendale di ACEA ATO2 per le Domande Interne e per l'Implementazione del Progetto WFM, Ano de Obtenção: 2014. Orientador: Maria Ioannilli. Palavras-chave: Sistema de Informações Geográficas; Saneamento Básico. Grande área: Outros Grande Área: Ciências Humanas / Área: Geografia. Grande Área: Engenharias / Área: Engenharia Civil. Setores de atividade: Serviços de arquitetura e engenharia; testes e análises técnicas; Administração pública, defesa e seguridade social.
2009 - 2010	Especialização em Tecnologias Ambientais. (Carga Horária: 200h). Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, FATEC, Brasil. Título: Aplicação do sensoriamento remoto ao monitoramento ambiental dos recursos hídricos. Orientador: Dirceu d'Alckmin Telles.
2004 - 2009	Graduação em Geografia. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Efeitos socioambientais do arrendamento de terras e a expansão dos canais no Estado de São Paulo. Orientador: Helena Ribeiro. Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, Brasil.



Helena Ribeiro

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1A

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/8725809744497200>
Última atualização do currículo em 21/12/2018

bachelor's at Geography from Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1972), master's at Geography from University of California Berkeley (1981) and doctorate at Physical Geography from Universidade de São Paulo (1988). Has experience in Geosciences, focusing on Geographical Climatology, acting on the following subjects: environmental health, urban health, medical geography, air pollution, climate changes and environmental education. Professor of the Environmental Health Department of the School of Public Health of the University of São Paulo. Former professor of Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Former Environmental advisor to the Mayor of São Paulo Former Member of the Executive Committee of ICLEI - International Council for Local Environmental Initiatives. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Helena Ribeiro
Nome em citações bibliográficas	RIBEIRO, H.; Ribeiro, Helena

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental. Av. Dr. Arnaldo, 715 Cerqueira César 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30667712 Ramal: 218 Fax: (11) 30667732 URL da Homepage: www.fsp.usp.br
------------------------------	---

Formação acadêmica/titulação

1984 - 1988	Doutorado em Geografia (Geografia Física) (Conceito CAPES 5). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Poluição do ar e doenças respiratórias em criança da Grande São Paulo: um estudo de geografia médica, Ano de obtenção: 1988. Orientador: José Roberto Tarifa. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
1977 - 1981	Mestrado em Geografia. University of California Berkeley, UCB, Estados Unidos. Título: Sequent land use and environmental issues in a subtropical milieu: the case of São Simão, in the State of São paulo, Brazil, Ano de Obtenção: 1981. Orientador: Hilgard O'Reilly Sternberg. Palavras-chave: agricultura sustentável; Cobertura Vegetal; Degradação Ambiental. Grande área: Ciências Humanas
1969 - 1972	Graduação em Geografia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP, Brasil.

Pós-doutorado e Livre-docência

1996	Livre-docência. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Ilha de calor na cidade de São Paulo: sua dinâmica e efeitos na saúde da população, Ano de obtenção: 1996. Palavras-chave: poluição térmica saúde são paulo calor. Grande área: Ciências Humanas
1994 - 1994	Pós-Doutorado. Académie Internationale de l'Environnement, AIE, Suíça. Bolsista do(a): Agencia de cooperação Suíça, ACS, Suíça.