



TATIANA DIAS CANTELLE

**ÁGUA E APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS
MÓVEIS**

**LAVRAS - MG
2016**

TATIANA DIAS CANTELLE

ÁGUA E APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Luís Antônio Coimbra Borges

**LAVRAS – MG
2016**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Cantelle, Tatiana Dias.

Água e aplicativos para dispositivos móveis / Tatiana Dias
Cantelle. – Lavras : UFLA, 2016.
159 p.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador(a): Luís Antônio Coimbra Borges.
Bibliografia.

1. Aplicativos móveis. 2. Recursos hídricos. 3. Revisão
sistemática da literatura. 4. Google play store. 5. Inovações
tecnológicas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

TATIANA DIAS CANTELLE

**ÁGUA E APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS
WATER AND MOBILE APPS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de abril de 2016.

Dr. Ronaldo Fia UFLA

Dr. Antônio Maria Pereira de Resende UFLA

Dr. João Carlos Costa Guimarães UNIFEI

Dr. Luís Antônio Coimbra Borges
Orientador

**LAVRAS – MG
2016**

*À minha filha, Luciana,
aos meus pais, Lúcia e João,
e ao Eudes,
por partilharem comigo cada momento desta conquista,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em busca de mais um sonho, uma longa jornada se concretizou. Nesse percurso, muitas pessoas contribuíram, direta ou indiretamente, para a compilação destas páginas que configuram-se, apenas, como um resumo de todo o conhecimento adquirido. A todos, declaro os meus sinceros agradecimentos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais (PPGTIA), agradeço pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao corpo docente e aos funcionários e colegas do PPGTIA, agradeço pelas informações, experiências e momentos compartilhados.

Ao meu orientador e professor, Dr. Luís Antônio Coimbra Borges, agradeço pelo exemplo de conduta profissional, apoio, incentivo e compreensão.

Aos professores doutores e membros da banca, Ronaldo Fia, Antônio Maria Pereira de Resende e João Carlos Costa Guimarães, agradeço à participação e às valiosas contribuições.

Ao professor Marco Aurélio Leite Fontes, agradeço a generosidade em aceitar o convite para participar da banca como membro suplente.

À coordenadora Adelir e à secretária Gisele, agradeço o carinho e atenção.

À minha filha, Luciana, agradeço por compreender minha ausência durante o período de execução das atividades. Eu sinto muito, me desculpe = (

Aos meus pais, Lúcia e João, agradeço pelos onze anos de apoio à minha vida acadêmica. Obrigada por cuidarem da Lulu e de mim enquanto busco por melhores oportunidades profissionais, para garantir nosso futuro.

Ao meu companheiro inseparável, Eudes, na inexistência de palavras que designem a sua importância em minha vida, agradeço por tudo. Te amo!

Ninguém vence sozinho. Obrigada a todos!

“Carry on my wayward son
There'll be peace when you are done
Lay your weary head to rest
Don't you cry no more.”

Kansas

RESUMO

A atual conjuntura dos recursos hídricos indica que vários fatores dificultam a manutenção da sua sustentabilidade, conduzindo o planeta a uma possível crise hídrica. A busca por soluções exige uma visão globalizada das causas e consequências, para isso, inovações tecnológicas são adotadas. Dentre elas destacam-se os Sistemas de Informação, que permitem coletar, processar, armazenar, transmitir e exibir informações acerca de um determinado tema. Paralelamente, observa-se a disseminação de dispositivos e aplicativos móveis, um campo inovador considerando o potencial de interação do homem com o ambiente. Perante esse cenário, objetivou-se neste estudo identificar e avaliar os aplicativos para dispositivos móveis, com temática relacionada à água, contidos nas bases de dados científicas e loja virtual selecionadas. Para isso, uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi conduzida em oito bases, identificando 3107 estudos dos quais, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados e analisados 34 artigos completos redigidos em inglês. Ademais, foi realizado um Levantamento *web*, na loja virtual *Google Play Store*, mediante a busca de 132 termos relacionados aos recursos hídricos, selecionados com base no *Thesaurus* de Recursos Hídricos da Agência Nacional das Águas. Foram encontrados 4913 aplicativos dos quais 2282 foram considerados relevantes. Ao término das análises, uma terceira metodologia foi empregada. A triangulação de dados verificou a convergência entre as duas pesquisas anteriores. Com relação aos resultados da RSL, observou-se que os artigos têm como principal propósito o desenvolvimento de um aplicativo para *smartphones* que opera com o sistema *Android*. Os aplicativos foram classificados com base em sua utilização, destacando-se os de caráter técnico, que no tocante à RSL, geralmente eram direcionados à qualidade da água. A pesquisa em loja virtual retornou predominantemente aplicativos: em inglês; categorizados pelo *Google Play* como Personalização; com intervalo de *download* entre 100 e 500; e, classificados com mais de 4.0 estrelas pelos usuários. Considerando a classificação de aplicativos proposta, os de cunho técnico corresponderam a 269 aplicativos, que foram subcategorizados destacando-se a classe Calculadoras. A confluência dos dados de ambas pesquisas mediante a triangulação forneceu oito aplicativos relatados pela RSL e Levantamento *web* prevalecendo a categoria Educação proposta pelo *Google Play*. Os resultados indicam que, apesar de relevante, a relação entre recursos hídricos e aplicativos móveis ainda é pouco explorada em RSL e aplicativos móveis, fato que realça a importância deste estudo, colocando-o na vanguarda, como uma iniciativa de compilação, no âmbito nacional e internacional.

Palavras Chave: Revisão Sistemática da Literatura; Recursos Hídricos; *Google Play Store*; Tecnologias; Inovações.

ABSTRACT

The current situation of water resources indicates that several factors hinder the achievement of water sustainability, leading the planet to a possible water crisis. The search for solutions requires a global view of the causes and consequences, so, technological innovations are adopted. Notable among such is the Information Systems that let you collect, process, store, transmit and display information about a particular topic. At the same time, there is the spread of mobile devices and applications, an innovative field considering man's interaction potential with the environment. Given this background, the objective of this study was to identify and to evaluate the applications for mobile devices, with themes related to water, contained in scientific databases and online store selected. For this, was conducted a Systematic Review of the Literature in eight digital library, identifying 3107 studies, which, after applying the inclusion and exclusion criteria, were selected and analysed 34 articles. In addition, was conducted a Web Survey on Google Play Store by searching for 132 terms related to water resources, selected based on the Thesaurus of Water Resources of the Brazilian National Water Agency. The 4913 applications were found of which 2282 were considered relevant. At the end of the analysis, a third methodology was employed. Triangulation of data verified the convergence between the results of two previous surveys. Considering the results of the RSL, the main purpose of the articles were the development of an application for smartphones that run on the Android system. Applications were classified based on their use, highlighting technical character, that with respect to RSL, were generally directed to water quality. Research on the virtual store returned predominantly applications: in English; categorized by Google Play as Customization; with download interval between 100 and 500; and classified more than 4.0 stars by users. Considering the proposed apps classification, the technical nature correspond to 269 applications, which were subcategorized emphasizing the Calculators class. The confluence of the data from both surveys by triangulation provided eight applications reported by the RSL and web survey prevailing Education category proposed by Google Play. The results indicate that, although relevant, the connection between water resources and mobile applications is still little explored in RSL and mobile applications, a fact that underlines the importance of this study, by placing it at the forefront, as an initiative at national and international levels.

Key Words: Systematic Review of Literature; Water resources; Google Play Store; Technology; Innovation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do processo de levantamento de aplicativos em lojas virtuais.	73
Figura 2 - Esquematização do processo de triangulação.	80
Figura 3 - Quantidade de artigos publicados, referentes à água e aplicativos móveis, por ano.	88
Figura 4 - Relação dos aplicativos relacionados ao tema água, por plataforma.	92
Figura 5 - (a) aplicativos relevantes, repetidos, idioma e total de <i>apps</i> selecionados; (b) classificação dos aplicativos por idioma.....	116
Figura 6 - Frequência dos aplicativos quanto as categorias propostas disponíveis no <i>Google Play Store</i>	118
Figura 7 - Frequência dos aplicativos quanto aos intervalos de download.....	118
Figura 8 - Frequência dos aplicativos quanto a avaliação de estrelas.....	119
Figura 9 - Relação da avaliação por estrelas/ intervalos de download.	121
Figura 10 - Associação dos aplicativos técnicos com as categorias definidas na <i>Google Play Store</i>	123
Figura 11 - Frequência dos aplicativos técnicos por download.	125
Figura 12 - Relação da avaliação por estrelas/intervalos de downloads dos app técnicos	125
Figura 13 - Processo de triangulação dos resultados	138

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fases e etapas da Revisão Sistemática da Literatura, propostas pelas diretrizes em Gestão Ambiental (CEE, 2013) e em Engenharia de Software (KITCHENHAM, 2007).....	61
Quadro 2 - Processo de execução e <i>string</i> de buscas adotadas.....	67
Quadro 3 - Palavras-chave selecionadas para a busca na loja virtual de aplicativos.....	75
Quadro 4 - Processos metodológicos empregados na pesquisa.....	80
Quadro 5 - Artigos selecionados para compor a RSL.....	85
Quadro 6 - Definição de categorias quanto ao propósito do artigo em relação ao aplicativo.....	89
Quadro 7 - Avaliação crítica de qualidade, baseada na relevância e confiabilidade do artigo.....	91
Quadro 8 - Sumarização das características relacionadas aos aplicativos móveis identificados na RSL.....	94
Quadro 9 - Definição de categorias quanto a utilidade do aplicativo.....	96
Quadro 10 - Caracterização dos aplicativos identificados.....	97
Quadro 11 - Categorias dos aplicativos técnicos.....	126
Quadro 12 - Sumarização dos aplicativos retornados na RSL e Levantamento <i>web</i>	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados obtidos, por base de dados <i>on-line</i> , com a <i>string</i> de busca em inglês.....	82
Tabela 2 - Comparação dos artigos aceitos e rejeitados pelos pesquisadores.....	84
Tabela 3 - Resultados obtidos pela busca realizada no <i>Google Play Store</i> , para cada termo pesquisado.	111
Tabela 4 - Estatísticas descritivas dos aplicativos pagos.	120
Tabela 5 - Quantidade de aplicativos por palavras pesquisadas.	123
Tabela 6 - Estatísticas descritivas dos aplicativos técnicos pagos.	124
Tabela 7 - Sumarização dos aplicativos técnicos quanto a categoria.....	126

LISTA DE SIGLAS

AE – Água e Esgotos
ANA – Agência Nacional das Águas
App – Aplicativo móvel
CEE – *Collaboration for Environmental Evidence*
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CT – Contaminação por Tóxicos
EIEN – *Environmental Information Exchange Network*
EIS – *Environmental Information System*
ENVIS – *Environmental Information System*
EPA – *United States Environmental Protection Agency*
FAO – *Food and Agriculture Organizations of the United Nations*
FUI – *Forel-Ule*
GEOSS – *Global Earth Observation System of Systems*
GGIS - *Global Groundwater Information System*
GPR – *Ground Penetrating Radar*
GPRS – *General Packet Radio Service*
GPS - *Global Positioning System*
Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas
IAH - *International Association of Hydrogeologists*
Igam – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IGRAC - *International Groundwater Resources Assessment Centre*
IHP – *International Hydrological Programme*
Infohidro – Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos
IQA – Índice de Qualidade da Água
IS – *Information System*
IWMI – *International Water Management Institute*
MMA – Ministério do Meio Ambiente
ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos

PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

RS – Resíduos Sólidos

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

SEIS – *Shared Environmental Information System*

SI – Sistema de Informação

SIA – Sistema de Informação Ambiental

SIG – Sistema de Informação Geográfica

Sigma – Sistema de Informações Gerenciais do Meio Ambiente

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SINIMA – Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento

UE – União Europeia

UN – *United Nations*

UNEP – *United Nations Environment Programme*

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

WEF – *World Economic Forum*

WISE – *Water Information System for Europe*

WMO - *World Meteorological Organization*

WQR – *Water Quality Reporter*

WWAP – *World Water Assessment Programme*

WWW – *World Wide Web*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo Geral.....	17
1.2	Objetivos Específicos.....	18
1.3	Justificativa	18
1.4	Estrutura do trabalho	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1	Panorama sobre os Recursos Hídricos	22
2.1.1	Arcabouço conceitual	22
2.1.2	Conjuntura dos recursos hídricos.....	26
2.1.2.1	Água, alimento e agropecuária	26
2.1.2.2	Água e energia	27
2.1.2.3	Água e indústria.....	28
2.1.2.4	Água e população	29
2.1.2.5	Água e consumo	30
2.1.2.6	Água e ecossistema.....	31
2.1.2.7	Água e sustentabilidade	32
2.1.2.8	Água e perspectivas	33
2.1.2.9	Água e inovação tecnológica	35
2.2	Sistemas de Informação	36
2.2.1	Sistema de Informação Ambiental	37
2.2.2	Água e Sistema de Informação Ambiental.....	41
2.3	Aplicativos para dispositivos móveis	48
2.4	Revisão Sistemática da Literatura	52
2.4.1	Processo de Construção de uma RSL	54
2.4.2	Estrutura de um protocolo	55
2.5	Levantamento web	57
2.6	Triangulação de dados.....	58
3	METODOLOGIA.....	60
3.1	Revisão Sistemática da Literatura - RSL	61
3.1.2	Protocolo	62
3.1.2.1	<i>Background</i>	62
3.1.2.2	Questão de pesquisa	64
3.1.2.3	Método de pesquisa.....	64
3.1.2.3.1	Idioma e termos de pesquisa	64
3.1.2.3.2	<i>String</i> de busca.....	65
3.1.2.3.3	Bases de dados pesquisadas	66
3.1.2.4	Critérios de inclusão e exclusão	69
3.1.2.5	Coefficiente Kappa.....	70
3.1.2.6	Modificadores de efeito e razões para heterogeneidade.....	70
3.1.2.7	Avaliação da qualidade do estudo	71
3.1.2.8	Estratégia de extração de dados	71
3.1.2.9	Síntese dos dados e apresentação	72
3.2	Levantamento web	72

3.2.1	Atividades realizadas	73
3.2.1.1	Definição da pergunta	74
3.2.1.2	Seleção de palavras-chave.....	74
3.2.1.3	Seleção da loja virtual	76
3.2.1.4	Definição dos critérios de inclusão e exclusão	76
3.2.1.5	Realização da busca e tabulação	77
3.2.1.6	Seleção dos aplicativos	78
3.2.1.7	Categorização.....	78
3.2.1.8	Análise e discussão dos resultados.....	79
3.3	Triangulação de dados.....	79
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4.1	Resultados da RSL	81
4.1.1	Busca e seleção de estudos.....	81
4.1.2	Avaliação crítica.....	89
4.1.3	Extração e síntese dos dados	91
4.1.4	Discussão da RSL	106
4.1.5	Limitações da RSL.....	108
4.2	Levantamento <i>web</i>	109
4.2.1	Busca e seleção dos aplicativos.....	109
4.2.2	Categorização segundo o <i>Google Play</i>	117
4.2.3	Aplicativos de caráter técnico	121
4.2.3.1	Calculadoras.....	128
4.2.3.2	Controle e, ou, monitoramento.....	129
4.2.3.3	Coleta de dados	131
4.2.3.4	Guias e manuais técnicos	132
4.2.3.5	Leis e normas	133
4.2.4	Discussão dos resultados.....	134
4.2.5	Limitações do levantamento	136
4.3	Triangulação dos resultados	137
5	CONCLUSÕES.....	143
5.1	Trabalhos Futuros.....	145
	REFERÊNCIAS.....	146

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos encontram-se sob pressão de diversos fatores, dentre eles, a crescente população mundial. Esse crescimento populacional, aliado à intensa urbanização, amplia as demandas dos setores agrícola, industrial e energético, podendo estas serem incrementadas de acordo com os padrões de consumo vigentes.

Em virtude do aumento da produção de alimentos e bens de consumo, recursos naturais são explorados, impactando os ecossistemas locais mediante sua poluição e degradação, comprometendo a sustentabilidade e promovendo alterações climáticas. Neste cenário, a quantidade e a qualidade da água doce renovável ficam comprometidas, ocasionando áreas de escassez hídrica. Essa concepção conduz o planeta para uma possível crise hídrica mundial e centraliza a água, como objeto de grandes discussões no que concerne ao seu papel no desenvolvimento sustentável.

A busca por soluções exige uma visão globalizada das causas e consequências, para isso, inovações tecnológicas são adotadas. Dentre elas, destacam-se, os sistemas de informação, que permitem coletar, processar, armazenar, transmitir e exibir informações acerca de um determinado tema.

Considerando a importância da acessibilidade às informações ambientais, políticas públicas nacionais e internacionais estabelecem como instrumentos, os Sistemas de Informação Ambiental (SIA). Contudo, esses sistemas caracterizam-se como plataformas *web* conceituais e, ou, técnicas, com baixa propensão de contribuição popular.

Paralelamente a essas inovações, os primeiros telefones celulares portáteis foram desenvolvidos. Desde então, novas funcionalidades foram agregadas, fato que contribuiu para tornar o telefone móvel uma das tecnologias mais rapidamente adotada pela humanidade. Dado o mercado em constante

crescimento, é incontestável a disseminação desse e de outros dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, ao redor do mundo.

Seguindo a mesma projeção ascendente, a criação de aplicativos (*app*) para dispositivos móveis apresenta-se como um campo inovador considerando o potencial de interação do homem com o ambiente. O progressivo número de aplicativos disponíveis em lojas virtuais representa uma fonte de dados ainda pouco explorada. Além disso, no que concerne aos recursos hídricos, não foram encontrados trabalhos relacionados, sendo essa, a razão que justifica a importância de se ter realizado um levantamento sobre o tema, em loja virtual. Ademais, esse levantamento se concretiza com respaldo científico, por intermédio da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), efetuada nas principais bibliotecas virtuais.

Concluindo, a significância da temática sobre recursos hídricos aliada à disseminação dos aplicativos móveis interconectam-se para elucidar as inovações tecnológicas ambientais disponíveis aos usuários de dispositivos móveis.

Diante das informações expostas, a pesquisa se orienta a partir das seguintes indagações: qual é o estado da arte de aplicativos para dispositivos móveis relacionados aos recursos hídricos? Quais são as principais contribuições e limitações dessa tecnologia?

A partir dessas questões de pesquisa, foram definidos os objetivos, conforme descrito a seguir.

1.1 Objetivo Geral

Identificar e avaliar os aplicativos para dispositivos móveis, com temática relacionada à água, contidos nas bases de dados científicos e loja virtual selecionadas.

1.2 Objetivos Específicos

- Investigar, mediante uma Revisão Sistemática da Literatura, os estudos relevantes publicados sobre o tema determinado;
- Verificar e analisar os aplicativos disponíveis em loja virtual por meio de termos de busca, definidos com base no *Thesaurus* de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA - Portaria nº 149, de 26 de março de 2015);
- Comparar os resultados oriundos da Revisão Sistemática da Literatura com a pesquisa realizada na loja de aplicativos;
- Identificar, a partir das comparações, o tema e a categoria que se destacam no desenvolvimento de aplicativos.

1.3 Justificativa

Estimativas e projeções das Nações Unidas (*United Nations* – UN), a 95% de grau de confiança, indicam que a população mundial será entre 8,4 e 8,6 bilhões em 2030 e entre 9,5 e 13,3 bilhões em 2100 (UNITED NATIONS, 2015). O crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda por água para usos domésticos (potável e saneamento) e produtivos (por exemplo, energia e alimentos), a urbanização, as mudanças demográficas e os padrões de consumo irão colocar pressão adicional sobre os recursos hídricos, os ecossistemas e os serviços que esses fornecem (WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME, 2016).

Relatórios destacam a crise hídrica como um risco global, ou seja, um evento incerto, que se ocorrer, pode causar impacto negativo significativo para vários países ou indústrias, dentro dos próximos 10 anos. Alegam também sua estreita relação com as mudanças climáticas globais e segurança alimentar

(WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Essa conjuntura exigirá que governos e demais autoridades invistam tempo e energia na gestão estratégica dos recursos hídricos (WWAP, 2016).

Em face do colapso hídrico, a humanidade vivencia a quarta Revolução Industrial, resultante da transformação da sociedade, economia e negócios perante os avanços tecnológicos e digitais (WEF, 2016). Mais de 40% da população mundial tem acesso à internet, com novos usuários *on-line* todos os dias. Vive-se em um mundo físico, com uma vida cada vez mais digital. Ir a bibliotecas, lojas, caixas eletrônicos, agentes de viagens ou até mesmo escritórios governamentais estão gradualmente se tornando uma memória distante, substituída por suas encarnações digitais (WORLD BANK, 2016).

A internet, a comunicação móvel e o *World Wide Web* (WWW) estão agora integrados. O acesso universal e a preços acessíveis estão em vias de serem alcançados, pelo menos, para os telefones móveis. As famílias menos favorecidas economicamente são mais propensas a terem acesso a telefones móveis do que ao esgotamento sanitário ou água limpa. Dessas, quase 7 em cada 10 domicílios têm um telefone celular. Com isso, o número de proprietários de *smartphones* nos países em desenvolvimento já ultrapassa os de países desenvolvidos, mesmo que modelos mais básicos ainda predominem (WORLD BANK, 2016).

Neste contexto, os aplicativos móveis se destacam, com significativo potencial para o avanço do desenvolvimento, podendo proporcionar, de forma mais acessível, o acesso à informação, mercados, finanças e sistemas de governança anteriormente indisponíveis para milhões de pessoas (QIANG et al., 2011). Relatórios e pesquisas científicas já apontam as aplicações desses *softwares* em diversas áreas, tais como: ciências da saúde (MARTÍNEZ-PÉREZ et al., 2014; TIBES; DIAS; ZEM-MASCARENHAS, 2014; WEF, 2016; WORLD BANK, 2016), ciências da agrárias (MESAS-CARRASCOSA et al.,

2012; QIANG et al., 2011) e ciências ambientais (JEPSON; LADLE, 2015; PITT et al., 2011; ROSA, 2014; WORLD BANK, 2016).

Todavia, as implicações dessa quarta revolução industrial continuam longe de serem totalmente compreendidas (WEF, 2016). Para serviços e aplicativos móveis, especificamente, estudos de caso em profundidade continuam a ser insuficientes, exceto para uns poucos amplamente citados (QIANG et al., 2011). Porém, o que se sabe é que essa revolução apresenta grandes oportunidades para todos os atores envolvidos e configura-se como um espaço de solução previamente inimaginável para alguns dos problemas mais prementes do mundo (WEF, 2016).

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho é composto por cinco seções, que incluem esta introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, e, conclusões finais.

O Referencial Teórico divide-se em quatro subseções que reúnem uma visão ampla e introdutória dos principais tópicos abordados: os recursos hídricos, sistemas de informação, aplicativos móveis e Revisão Sistemática da Literatura.

O primeiro deles descreve o Panorama dos Recursos Hídricos. A partir de uma breve descrição de termos relacionados à temática, discute-se a magnitude da escala atual das inter-relações entre água e agropecuária, energia, indústria, população, consumo, ecossistema, sustentabilidade e perspectivas, chegando ao problema do limite da capacidade de suporte do planeta. Surge, portanto, a necessidade de se utilizar inovações tecnológicas disponíveis, como instrumento auxiliar ao processo de gestão dos recursos hídricos.

O segundo tema aborda os Sistemas de Informação, especificando, posteriormente, os Sistemas de informação Ambiental. A partir de exemplos

globais, internacionais e nacionais, esses sistemas apresentam a relação existente entre as áreas computacional e ambiental. Ratificando, novamente, a importância das inovações tecnológicas como uma ferramenta do processo de gerenciamento das águas.

A partir desse ponto, evidenciam-se as novas tecnologias, destacando-se os aplicativos móveis, como *software* complementares aos Sistemas de Informação Ambiental nos âmbitos informativo, gerencial e participativo.

Ao final do Referencial Teórico, apresentam-se os conceitos relativos à metodologia de Revisão Sistemática da Literatura. As duas abordagens relevantes, ambiental e computacional, ao desenvolvimento da pesquisa são, então, sumarizadas.

A Metodologia tem por objetivo apresentar os métodos utilizados para a coleta e análise dos dados. Apresenta-se subdivido em três tópicos que abordam: a Revisão Sistemática da Literatura, adotada na pesquisa em bibliotecas científicas virtuais; o Levantamento *web*, aplicado durante a pesquisa a loja virtual *Google Play Store*; e, a Triangulação de dados, que corresponde à análise conjunta dos resultados provenientes das duas bases de dados consultadas.

Os Resultados e Discussão retratam o retorno das pesquisas realizadas nas bases de dados estabelecidas. Assim como para a metodologia, os resultados estão dispostos em 3 subseções com o propósito de descrever, analisar e discutir. Por fim, as Conclusões finais reafirmam as principais proposições da pesquisa, sintetizando os resultados. Além disso, apresenta as pretensões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama sobre os Recursos Hídricos

A água, elemento químico composto por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, configura-se como o cerne da existência de vida na Terra, sendo essa, uma das várias razões que a torna tão essencial. Como temática, a água é discutida academicamente segundo a área de interesse. Parte-se do pressuposto que a abrangência desse assunto não será plenamente contemplada, mas referências específicas à sua relação com agropecuária, energia, indústria, população, consumo, ecossistema, sustentabilidade, perspectivas e inovações tecnológicas, serão abordadas no decorrer dessa seção, ainda que de forma ampla e introdutória.

Inicialmente, cabe uma discussão acerca de seus conceitos, ressaltando a diferença entre as terminologias empregadas na literatura. Como subsídio, adotar-se-á a Lista de Termos para o *Thesaurus* de Recursos Hídricos, um documento elaborado pela ANA, aprovado pela Portaria nº 149, de 26 de março de 2015, dentre outros documentos pertinentes.

2.1.1 Arcabouço conceitual

Nesta seção, terminologias imprescindíveis ao entendimento deste estudo serão discriminadas. Dentre elas: água, recursos hídricos, água virtual, escassez, stress, vulnerabilidade, segurança e pegada hídrica. À primeira vista, são definições básicas referenciadas na literatura, porém alguns conceitos são empregados erroneamente, às vezes levando à confusão, visto que alguns termos podem parecer sinônimo, mas isso nem sempre representa a realidade.

Conforme mencionado, a água remete à fase líquida do composto químico monóxido de hidrogênio. Ao passo que, recurso hídrico refere-se à

quantidade de águas superficiais ou subterrâneas, disponíveis para qualquer uso, em uma determinada região ou bacia (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015). Nos âmbitos jurídico e econômico, água representa um bem ambiental difuso que, como composto químico, não possui valor de mercado. A partir do momento em que a água se torna necessária para uma determinada atividade, adquirindo valor econômico, é conceituada como recurso hídrico (LEMOS; LEMOS, 2009).

Um grupo de conceitos que merecem atenção é o de vulnerabilidade, stress e escassez hídrica cuja diferenciação é baseada em métodos hidrológicos. Cada método estabelece diretrizes e faixas de classificação distintas. Segundo Grafton et al. (2014), os mais comumente empregados são: o indicador de *Falkenmark* (ou Índice de Estresse Hídrico), o Índice de Criticidade, o método da IWMI (*International Water Management Institute*) e o Índice de Pobreza Hídrica. Todos possuem limitações analíticas ao desconsiderarem fatores externos que impactam o acesso à água. Ilustrando, o Índice de Estresse Hídrico define a escassez de água em termos do total de recursos hídricos disponíveis para a população de uma região, ou seja, a quantidade de água doce renovável disponível para cada pessoa, a cada ano. Assim, uma área é classificada em vulnerabilidade hídrica quando o abastecimento de água anual estiver abaixo de 2.500 metros cúbicos, por pessoa, por ano (m^3 /pessoa/ano); estresse hídrico, quando estiver abaixo de 1.700 m^3 ; abaixo de 1000 m^3 é dito que está enfrentando escassez de água; e abaixo de 500 m^3 , uma escassez de água absoluta (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, 2006; WWAP, 2012).

Em virtude da simplicidade, facilidade de uso e pronta disponibilidade dos resultados, esse é o método mais recorrente. Todavia, tal abordagem apresenta restrições ao ignorar as diferenças regionais, medindo a escassez de água a nível de país; ao não incluir fontes artificiais de água doce, que

umentam a disponibilidade; ao não levar em conta que diferentes países e regiões possuem padrões de consumo de água distintos; e, ao desconsiderar a acessibilidade desses recursos. Não há, portanto, nenhuma definição única de escassez de água, pois diferentes medições capturam diferentes aspectos das pressões sobre os recursos hídricos, e não há nenhuma medida capaz de abranger todos os parâmetros (GRAFTON et al., 2014).

Sabe-se que existem várias maneiras de definir a escassez de água, mas é necessário delimitar em linhas gerais essa concepção. Em geral, a escassez de água é definida como o ponto em que o impacto agregado de todos os usuários colide com o fornecimento ou a qualidade da água em um determinado país, na medida em que a demanda por todos os setores, incluindo o meio ambiente, não pode ser plenamente satisfeita, ou seja, um excesso de demanda de água em relação à oferta disponível (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012a). A escassez hídrica é uma função da oferta e da demanda, podendo ser física, econômica ou institucional e flutuar ao longo do tempo e do espaço (UNDP, 2006), sendo sinalizada por demanda insatisfeita, tensões entre os usuários, competição por água, excesso de extração de água subterrânea e fluxos insuficientes para o ambiente natural. (FAO, 2012a).

Neste ponto, conceitua-se segurança hídrica, visto que sua percepção é fortemente influenciada por ideias sobre a escassez de água (UNDP, 2006). Definida como a capacidade de uma população de garantir o acesso sustentável à água, em quantidade adequada e qualidade aceitável, a segurança hídrica tem como objetivo: manter os meios de sustento, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico; garantir a proteção contra poluição e desastres associados com a água; e, preservar os ecossistemas, em um clima de paz e estabilidade política. O conceito é abrangente, considera a variação da disponibilidade de água ao longo do tempo e envolve desde indivíduos a

comunidades, nas esferas local, regional, nacional e internacional. Ademais, considera que a água é gerenciada de forma sustentável ao longo do ciclo hidrológico, mediante uma gestão interdisciplinar, contribuindo com o desenvolvimento socioeconômico e conscientizando a população quanto aos impactos ambientais e doenças transmitidas pela água, sem comprometer a sanidade presente e futura de populações e ecossistemas (UN-WATER, 2013).

Outra concepção, a pegada hídrica, está ganhando força nos círculos políticos em vários países como um indicador capaz de promover a conscientização sobre o papel da água na produção de muitos bens e serviços (GRAFTON et al., 2014). Perante a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015, p. 27), pegada hídrica caracteriza-se como:

[...] o volume de água total usado durante a produção e o consumo de bens e serviços, bem como, o consumo direto e indireto no processo de produção, permitindo tornar possível a quantificação do consumo de água total ao longo de sua cadeia produtiva.

Desse modo, outros fatores de produção e custos de oportunidade não são considerados (GRAFTON et al., 2014).

Um conceito complementar à pegada hídrica foi criado em 2003. A água virtual é um termo que liga água, alimento e comércio, sendo interpretada como a água necessária para produzir *commodities* agrícolas. Essa definição também pode ser expandida para incluir a água necessária para produzir matérias-primas não agrícolas (MERRETT; ALLAN; LANT, 2003). Assim, quando os países importam cereais e outros produtos agrícolas, eles também estão a importar a água embutida no produto. (UNDP, 2006). Contudo, Grafton et al. (2014, p. 182) salientam que “água virtual” é uma metáfora e seu conceito não deve ser extrapolado, pois não há uma verdadeira mercadoria com essa intitulação.

A partir dessas definições, dar-se-á prosseguimento a análise das inter-relações entre a água e os demais aspectos intervenientes no uso e gestão desse recurso natural.

2.1.2 Conjuntura dos recursos hídricos

A água é o motor do desenvolvimento econômico e social: é vital para manter a saúde, a produção de alimentos, a geração de energia, gerenciar o meio ambiente e criar empregos (WORLD BANK, 2016). Neste sentido, elucida-se o percurso hidrológico, desde a captação, passando pelos vários usos e o retorno para o ambiente natural.

Esta subsecção reúne os principais tópicos abordados pelas organizações mundiais com relação aos recursos hídricos.

2.1.2.1 Água, alimento e agropecuária

A ligação entre a água e alimento é simples, a agricultura e pecuária precisam de água para sustentar a produção. Produção essa, crescente, assim como a população mundial (WWAP, 2012). Estima-se que todos os dias, a agricultura produz em média 23.7 milhões de toneladas de alimento (FAO, 2016). Aliado a essa constatação, observa-se uma mudança na dieta alimentar, com o aumento do consumo de carne e produtos lácteos, causando um maior impacto sobre o consumo de água ao longo dos últimos 30 anos, com probabilidade de continuar até meados do século XXI (WWAP, 2012).

A intensificação agrícola tem como tendência a irrigação cuja área global de cultivo equipada continua a se expandir a uma taxa de 0,6% ao ano. A utilização de águas subterrâneas na irrigação também se expande rapidamente, atingindo 38% da água utilizada nas áreas irrigadas (FAO, 2011). O uso de água para irrigação de culturas pode promover a produção de alimentos, mas também

pode reduzir o fluxo dos rios e potencial hidroelétrico (WWAP, 2014). Além disso, a aplicação de agroquímicos, dentro e fora das áreas de irrigação, tem degradado a terra e poluído cursos de água, aquíferos e zonas costeiras (WORLD BANK, 2016).

Sob esse contexto, grandes mudanças são necessárias, na política e na gestão, em toda a cadeia de produção agrícola, visando assegurar a melhor utilização dos recursos hídricos disponíveis (WWAP, 2012). Ao nível das explorações agrícolas, os agricultores podem mudar para culturas menos exigentes em água e utilizar técnicas de cultivo diferentes, para gerar mais valor a partir da água e outros insumos à sua disposição (WORLD BANK, 2016), assegurando os recursos hídricos, fator chave para a segurança alimentar (WWAP, 2012).

2.1.2.2 Água e energia

Água, alimento e energia são indissociáveis. Enquanto a água é um insumo para a produção de bens ao longo de toda a cadeia de abastecimento agroalimentar, a energia é necessária para produzir e distribuir água e alimentos (WWAP, 2014). Além disso, tem-se a bioenergia, que representa cerca de 10% do consumo mundial de energia, sendo utilizada principalmente para o aquecimento nos países em desenvolvimento. A bioenergia começou a competir com a produção de alimentos, por recursos como terra e água, e esta competição é susceptível de aumentar os preços mundiais de alimentos (FAO, 2011), aumentando também a demanda por recursos hídricos (WWAP, 2014).

Em termos de produção de energia renovável, a hidroeletricidade representa um quinto da produção mundial (WORLD BANK, 2016). O uso para a geração hidroelétrica é considerado não consuntivo, ou seja, não há consumo da água captada no processo produtivo. Porém, pode existir ou não a derivação

das águas de seu curso natural, a fim de possibilitar o seu uso, além do fato do retorno das águas ser, sempre, com menor vazão ou com alteração na sua qualidade (ANA, 2013).

Ao passo que, o desenvolvimento de energia hidroelétrica oferece grandes oportunidades, ele também vem com desafios complexos e riscos, que variam de forma significativa pelo tipo, local e escala de projetos. Fatores como o reassentamento de comunidades, a inundação de grandes áreas e mudanças significativas para os ecossistemas fluviais devem ser cuidadosamente considerados. Dessa forma, será possível mitigar os riscos e compartilhar melhor os benefícios deste recurso renovável (WORLD BANK, 2016).

2.1.2.3 Água e indústria

Assim como para a produção de alimentos, a água e a energia são fatores essenciais para a produção industrial, que busca alcançar eficiência hídrica e energética, com base em relações de custo-benefício (WWAP, 2014). Proporcionalmente, o setor industrial utiliza mais recursos energéticos do que hídricos. Todavia, pouco se sabe sobre a quantidade real de água que é retirada e consumida pela indústria em suas necessidades de fabricação, de transformação e de produção. Dados indicam que o percentual de água necessária pelo setor industrial de um país é geralmente proporcional ao nível de renda média. Isso representa, apenas, cerca de 5% das retiradas de água em países de baixa renda, em comparação com mais de 40%, em alguns países de alta renda. Esta observação sugere que o nível de desenvolvimento econômico de um país ou região é um importante motor do uso de água na indústria, e pode vir a ter tanta influência sobre a utilização desse recurso, como o crescimento populacional (WWAP, 2012).

Com vistas à tecnologia industrial, à compreensão do papel essencial da água na economia e às pressões ambientais colocadas sobre esse recurso, o setor industrial busca por medidas para reduzir seu consumo de água por unidade produzida, melhorando assim, a produtividade da água industrial. Também, atentam-se para a qualidade da água, especialmente a jusante, esforçam-se na reutilização e reciclagem de água, combinando a qualidade da água ao uso previsto, deslocando-se para uma produção mais limpa (WWAP, 2016).

2.1.2.4 Água e população

O acesso à água, para sobrevivência, é uma necessidade humana básica e um direito humano fundamental (UNDP, 2006). Por essa razão, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) estabeleceram como meta reduzir, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável segura e esgotamento sanitário. As projeções, para o período de 25 anos (1990-2015), estabeleciam metas que almejavam atender 88% e 77% da população mundial, nos aspectos de acesso à água potável e saneamento básico, respectivamente. A meta global dos ODM para a água potável foi atingida em 2010 e em 2015, o percentual chegou a 91% da população mundial, ou seja, 2,6 bilhões de pessoas passaram a ter acesso à água potável desde 1990. Contudo, a meta para saneamento básico não foi alcançada, abrangendo apenas 68% da população mundial em 2015, o que representa mais 2,1 bilhões de pessoas com acesso ao serviço de saneamento básico desde 1990 (UNITED NATIONS, 2015).

Apesar dos avanços observados, atualmente, 663 milhões de pessoas ainda não tem acesso a fontes de água potável e a 2,4 bilhões de pessoas é negado o acesso ao saneamento básico adequado. Países menos desenvolvidos não cumpriram as metas, mas houve um acréscimo da população atendida. Além

do mais, diferenças de acesso entre as populações urbanas e rurais foram constatadas, com 96% e 82% da população urbana mundial, em comparação com 84% e 51% da população rural, com acesso a fontes de água potável e instalações sanitárias melhoradas, respectivamente (FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA, 2015).

O acesso à água potável e serviços de saneamento adequados são vitais para a saúde humana, mas existem outros benefícios importantes, que vão desde o facilmente identificável e quantificável (custos evitados, economia de tempo), ao mais intangível (conforto, bem-estar, a dignidade, a privacidade e segurança) (WWAP, 2009).

2.1.2.5 Água e consumo

O crescimento populacional, a urbanização, a migração e industrialização, juntamente com o aumento da produção e do consumo, têm gerado crescentes demandas sobre os recursos hídricos (WWAP, 2015). A população mundial aumentou 4,4 vezes ao longo do século passado, enquanto a retirada de água aumentou 7,3 vezes, em relação ao mesmo período. Assim sendo, a retirada global de água aumentou 1,7 vezes mais rápido do que a população mundial. No entanto, a população mundial cresce a taxas exponenciais, ao passo que o aumento da captação de água diminuiu ao longo das últimas décadas (FAO, 2016a).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2011), alimentar uma população em crescimento e com dieta mais diversificada vai aumentar a pressão do setor agropecuário sobre os recursos hídricos, tendo como base a média de produção anual (FAO, 2011).

De acordo com World Water Assessment Programme (WWAP, 2014), os dados sobre o uso da água (retiradas e consumo) e qualidade são muitas vezes ultrapassados, limitados ou inexistentes. Porém, é possível afirmar que a

agricultura representa o setor com maior retirada de água a nível mundial, cerca de 70% do total (WWAP, 2012, 2014). Conforme dados obtidos pelo sistema FAO AQUASTAT, em 2015, os índices globais de retirada de água correspondem a 69% agrícola (incluindo irrigação, pecuária e aquicultura), 12% municipal (incluindo domésticos) e 19% industrial. Esses números, no entanto, são fortemente influenciados pelos poucos países que têm retiradas de água muito elevada. Portanto, com uma média das proporções de cada país, encontra-se "para qualquer país", índices de 59, 23 e 18%, respectivamente. Baseando-se ainda em informações desse sistema, o rateio de retirada de água tem forte variação entre as regiões e a importância da retirada da água na agricultura é altamente dependente do clima e da relevância do setor agrícola na economia (FAO, 2016a).

2.1.2.6 Água e ecossistema

Os ecossistemas são uma fonte de grande riqueza (UNDP, 2006) e estão no centro do ciclo hidrológico global. Esse ciclo biogeoquímico é essencial para se alcançar uma gestão sustentável da água, que também se vincula ao funcionamento saudável dos ecossistemas (WWAP, 2012). A saúde do ecossistema depende de fluxos ambientais que garantem a distribuição sustentável e equitativa e o acesso à água e aos serviços ecossistêmicos relacionados. A qualidade, quantidade e os fluxos de água são essenciais para a manutenção das funções, processos e resiliência dos ecossistemas aquáticos, dos quais a subsistência e oportunidades econômicas dependem (WWAP, 2016).

No entanto, a integridade e funcionalidade desses ativos naturais vitais estão cada vez mais comprometidas. Aproximadamente 60 a 70% dos ecossistemas mundiais estão sendo degradados a taxas superiores à sua capacidade de recuperação (WORLD BANK, 2016). Sob essas ponderações, a WWAP (2016) inclui os ecossistemas como parte do desafio do crescimento

sustentável, devendo ser levado em conta nos contextos políticos e de tomada de decisão, para garantir a participação equitativa dos benefícios e contribuir para a redução da pobreza, especialmente nos países em desenvolvimento. A este respeito, o mercado emergente de mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) pode oferecer, a populações de baixa renda, oportunidades de criar um novo tipo de empreendedorismo (com seus trabalhos relacionados) e, assim, incrementar a renda, enquanto implementam práticas de restauração e, ou, conservação.

2.1.2.7 Água e sustentabilidade

Acredita-se que globalmente, há água suficiente disponível para as necessidades futuras, porém esta visão de mundo esconde grandes áreas de escassez hídrica absoluta que afeta bilhões de pessoas, muitas das quais são desfavorecidas economicamente (WORLD BANK, 2016). Dessa forma a sustentabilidade hídrica é questionada, em função da quantidade e qualidade, pois ambas são importantes para satisfazer as necessidades ambientais e humana (WWAP, 2012). Além disso, essas estão intimamente ligadas, ampliando o desafio, cada vez mais complexo.

A escassez hídrica afeta mais de 40% das pessoas em todo o mundo, um número alarmante que deverá crescer com o aumento das temperaturas globais, como consequência das mudanças climáticas. A diminuição dos suprimentos de água potável é um problema grave que está impactando todos os continentes. Em 2011, 41 países sofreram estresse hídrico, dez deles estão perto de esgotar a sua oferta de água doce renovável e agora deve recorrer a fontes não convencionais (UNDP, 2015). Esta progressiva escassez hídrica induz a competição pela água entre os usuários, entre os setores da economia, e entre países e regiões que partilham um recurso comum, como é o caso dos rios internacionais (UN WATER, 2007).

Outro aspecto refere-se à qualidade da água, que está se tornando uma crescente preocupação global, com os riscos de degradação causando impactos econômicos e sociais diretos. Embora exista alguns sucessos regionais na melhoria da qualidade da água, não há dados que sugiram uma melhora da qualidade da água em uma escala global (WWAP, 2012).

O crescimento populacional e econômico força os limites dos recursos hídricos mundiais (WORLD BANK, 2016). Há um crescente reconhecimento de que o mundo enfrenta uma crise hídrica que, se não for controlada, vai comprometer o desenvolvimento humano e econômico (UNDP, 2006; WORLD BANK, 2016). De acordo com a publicação do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2016), a crise hídrica é um risco global que tem sido destaque nos últimos cinco anos. Categorizada como um risco social, (apesar de se relacionar mutuamente com o ambiente e a sociedade) a crise hídrica representa um declínio significativo na qualidade e quantidade de água disponível, resultando em efeitos nocivos à saúde humana e, ou, atividade econômica.

Apesar dos esforços, essa crise continua sendo um distúrbio social, e particularmente, uma preocupação especial para o mercado, visto que a água é um insumo fundamental em muitas indústrias, produtos agrícolas e produção de energia (WEF, 2016).

2.1.2.8 Água e perspectivas

Os Relatórios de Desenvolvimento Mundial da Água (WWAP, 2009, 2012) observam como as diversas crises globais relatadas recentemente - mudanças climáticas, energia, segurança alimentar, recessão econômica e turbulência financeira - estão relacionadas entre si e impactam sobre os recursos hídricos. Os relatórios ressaltam que a água desempenha um papel em todos os setores da economia e o aumento da demanda humana por esse recurso

intensifica a concorrência entre setores consumidores, expondo a escassez de água (FAO, 2012a).

Esse mesmo documento aponta que há uma percepção generalizada de que a água está se tornando escassa, como resultado de tendências que são, em certa medida, especialmente relacionadas ao crescimento populacional e o consequente aumento da demanda de água para produção de alimentos e usos domésticos, industriais e municipais (FAO, 2012a).

Perspectivas indicam para 2050, uma produção anual de um bilhão de toneladas de cereais e 200 milhões de toneladas de carne para satisfazer a crescente demanda de alimentos. Atualmente, a agricultura é responsável por 70% das retiradas de água doce globais, e mais de 90% desse total são consumidas. Assim, de todos os setores econômicos, a agricultura é o setor onde a escassez de água tem a maior relevância (FAO, 2012a).

De acordo com os resultados da Revisão de 2015 das Perspectivas da População Mundial (UNITED NATIONS, 2015), a população mundial atingiu 7,3 bilhões, em meados de 2015, o que implica o crescimento de um bilhão de pessoas nos últimos 12 anos. Constata-se que a população mundial continua a crescer, embora mais lentamente do que no passado recente. As projeções indicam que a população mundial irá aumentar em mais de um bilhão de pessoas nos próximos 15 anos, chegando a 8,5 bilhões em 2030, e aumentar ainda mais, para 9,7 bilhões em 2050 e 11,2 bilhões em 2100.

Esse crescimento populacional esbarra em limitações que, apesar dos avanços, ainda se fazem presentes, como o acesso à água potável e saneamento, considerados pilares da saúde humana e bem-estar e essência do desenvolvimento sustentável. Por essa razão, as Nações Unidas inseriram entre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) a meta de "*Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos*", como

um dos 17 objetivos para a agenda de 2030 (UNDP, 2015), reafirmando o compromisso em relação ao direito humano à água potável e ao saneamento.

Para garantir o cumprimento dessas metas até 2030, exige-se: investimento em infraestrutura e instalações sanitárias adequadas; incentivo à higiene; proteção e restauração de ecossistemas relacionados à água; e, maior cooperação internacional (UNDP, 2016).

2.1.2.9 Água e inovação tecnológica

A inovação contribui para a melhoria contínua da gestão das águas, com benefícios relacionados ao desenvolvimento econômico e geração de empregos (WWAP, 2016). As tecnologias digitais também contribuem para esse cenário (WWAP, 2012). Internet, telefones celulares, e muitas outras ferramentas para coletar, armazenar, analisar e compartilhar informações espalharam-se rapidamente (WORLD BANK, 2016). Neste contexto, políticas governamentais precisam estar preparadas para assegurar a capacidade necessária para a criação e difusão de inovações relacionadas com a água (WWAP, 2016).

As inovações no setor hídrico são altamente diversificadas. Por um lado, as novas tecnologias podem melhorar os métodos e processos existentes e torná-los mais eficientes e de baixo custo. Por outro lado, rupturas tecnológicas podem alterar fundamentalmente a forma como a água é usada. Estas implicações precisam ser melhor compreendidas para que medidas apropriadas possam ser tomadas a nível político. (WWAP, 2016).

Todavia, alternativas tecnológicas eficientes e eficazes para a gestão das águas já se encontram disponíveis, tais como modelagem, sistemas de informação, ferramentas de simulação e outras inovações tecnológicas computacionais, assessorando o gerenciamento, mediante o compartilhamento

de dados, monitoramento e avaliação de riscos. Destarte, considerações mais detalhadas sobre as inovações tecnológicas são fornecidas na seção seguinte.

2.2 Sistemas de Informação

A denominação Sistema de Informação, usualmente abreviado pelas siglas SI ou IS (*Information System*) consiste na unificação de dois conceitos com significados amplos, Sistema e Informação. De acordo com Carvalho (2000), não há consenso com relação ao significado desses termos, e, conseqüentemente, sobre a designação de um SI. Vários autores reconhecem a dificuldade em apresentar, conciliar e discutir as diferentes definições. Dessa forma, normalmente, esses acabam selecionando a que julgam ser mais útil às suas intenções e ao tema que pretende desenvolver.

Em conformidade com Davis (2000), houve uma progressiva evolução da base conceitual para o campo de SI nas organizações. Iniciando-se na década de 60, a informação existente se relacionava com as pessoas, sendo o ser humano o processador da informação. Entre as décadas de 60 a 80, a expansão e a modificação da infraestrutura possibilitaram a combinação dos sistemas de comunicação com o sistema de computação, sendo uma ferramenta de apoio ao trabalho e à tomada de decisões. Neste cenário, novos conceitos surgiram e a adoção de novas tecnológicas se tornou fundamental para as organizações. No período compreendido entre as décadas de 80 a 2000, emergiu a reengenharia, promovendo a reestruturação do SI, que passou de uma mera ferramenta para uma tecnologia de agregação de valor.

As perspectivas para o futuro compreendem três abordagens possíveis para as bases conceituais em SI. A primeira baseia-se em um redesenho da base conceitual para enfatizar o cerne, que caracteriza a disciplina, excluindo cruzamentos com outras áreas. A segunda abordagem assume uma posição

intermediária mantendo o estreitamento do foco, com mais ênfase no cerne, porém incluindo cruzamentos importantes com outros campos, ao referenciar outras disciplinas que possam utilizar os mesmos conceitos. A última compete a contínua expansão das bases conceituais mediante a interseção com outras disciplinas e áreas de conhecimento. Sob este cenário, cada nova área de aplicação de sistemas de informação nas organizações pode trazer consigo conceitos subjacentes e um corpo de pesquisa, de modo que haverá continuidade da expansão das fundações conceituais (DAVIS, 2000).

Sob essa concepção de convergência de áreas, Yu (2004) caracteriza os sistemas de informação como um campo multifacetado, que necessita de perspectivas multidisciplinares. E é neste contexto que o Sistema de Informação Ambiental (SIA) se faz notável, visto que a colaboração entre as disciplinas pode acelerar o desenvolvimento do conhecimento (MELVILLE, 2010).

2.2.1 Sistema de Informação Ambiental

Historicamente, a crescente preocupação com o meio ambiente, precedida por movimentos ambientais na década de 60, culminou com a criação do Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) cujo objetivo primordial foi a coleta de dados e informações sobre o meio ambiente. Neste período, os recursos computacionais já eram aplicados à pesquisa ambiental e uma década mais tarde, o primeiro SIA internacional foi criado, o INFOTERRA. A partir de então, os computadores tornaram-se mais acessíveis e com maior capacidade de processamento de dados, sendo adotados para a criação de modelos ambientais. Hoje, é impossível pensar a pesquisa ambiental dissociada da utilização da modelagem ambiental, bem como das tecnologias digitais (HAKLAY, 1999).

O SIA (em inglês *Environmental Information Systems – EIS*), que integra esse conjunto tecnológico, corresponde a uma “coleção de informações e

conjuntos de dados com alguma relevância para o estudo e/ou monitoramento e/ou exploração do meio ambiente” (HAKLAY, 1999, p. 3). Esse sistema envolve bases de dados, modelagem computacional, sensoriamento remoto, aplicações de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e outras tecnologias que estão sendo desenvolvidas, em todo o mundo, para abordar uma série de questões ambientais, desde as alterações climáticas à perda da biodiversidade. Tais tecnologias são destinadas a produzir novas verdades, novas relações sociais, novas formas de tomada de decisão política e, em última análise, um meio ambiente renovado (FORTUN, 2004). Dessa forma, os pesquisadores podem começar a resolver problemas complexos que surgem na relação entre sistemas de informação, organizações e sustentabilidade ambiental (MELVILLE, 2010).

O desenvolvimento destes sistemas está fortemente ligado à consciência ambiental das últimas três décadas, desempenhando um papel importante na tomada de decisão ambiental (HAKLAY, 1999). Assim sendo, instrumentos de comando e controle inserem, em suas disposições legais, a necessidade de SIA, caso observado por Haklay (1999), na Agenda 21 (capítulos 12 e 40) e em documentos do Banco Mundial, que desenvolveu seu próprio sistema.

No presente, iniciativas internacionais e nacionais são facilmente identificadas. Exemplificando, a União Europeia (UE) desenvolve o Sistema de Informação Ambiental Compartilhado (*Shared Environmental Information System - SEIS*) que visa estabelecer, entre os países membros, um sistema compartilhado, possibilitando a coleta, fluxo e utilização de informações e dados, relacionados com as políticas e legislações ambientais da UE. O sistema integrado à *web* pretende simplificar e modernizar os processos existentes, baseando-se em tecnologias, como Internet, sistemas de satélite e banco de dados. Dessa maneira, os relatórios impressos serão substituídos, tornando a informação ambiental prontamente disponível, de forma transparente e de fácil

entendimento para os governantes e público em geral (SHARED ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM, 2016).

Em uma breve análise sobre o modelo americano, é possível identificar dois sistemas de informação, com público-alvo distintos. O primeiro, denominado Rede de Intercâmbio de Informação Ambiental (*Environmental Information Exchange Network - EIEN*), é um sistema baseado na Internet, utilizado pelos Estados e demais parceiros, para disponibilizar de forma segura as informações ambientais e de saúde entre si e com a Agência de Proteção Ambiental Americana (*United States Environmental Protection Agency – EPA*), substituindo a necessidade de compartilhar dados em papel, discos ou outros meios de comunicação ou via e-mail (ENVIRONMENTAL INFORMATION EXCHANGE NETWORK, 2016). O outro sistema, *My Environment*, prioriza a melhora contínua ao acesso imediato do público às informações e aos dados de qualidade ambiental, para qualquer localização geográfica do país. A partir da análise, a população se torna apta a tomar as melhores decisões sobre a proteção da saúde humana e do ambiente, por intermédio de seções transversais sobre água, ar, solo, clima, energia, saúde e comunidade.

Outro SIA que merece destaque é o indiano ENVIS (*Environmental Information System*), criado em 1982. O sistema cuja finalidade é integrar esforços, em todo o país, na coleta de informação ambiental, agrupamento, armazenamento, recuperação e disseminação para todos os interessados, fornece informação científica, técnica e semi-técnica sobre várias questões ambientais. É apontado como a espinha dorsal da formulação de políticas e da gestão ambiental em todos os níveis de governo, bem como da tomada de decisões que visam à proteção do ambiente e sua melhoria, para a manutenção de uma boa qualidade de vida a todos os seres vivos (ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM, 2016).

As propostas nacionais de SIA são: o Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente (SINIMA) e o Sistema de Informações Gerenciais do Meio Ambiente (Sigma). Por ser um sistema corporativo do Ministério do Meio Ambiente (MMA) concebido para atender às demandas dos Programas e Projetos financiados com recursos externos e o gerenciamento de projetos inteiramente financiados com recursos nacionais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016a), o Sigma, não será detalhado. Ao passo que, o SINIMA será descrito em função dos eixos estruturantes.

Por intermédio da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (Lei nº 6.938/81), que estabeleceu, como instrumento dessa lei, no inciso VII do artigo 9º, o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente (BRASIL, 1981), o SINIMA foi instituído. O referido sistema representa uma plataforma conceitual baseada na integração e compartilhamento de informações entre os diversos sistemas existentes ou a construir no âmbito do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, conforme Portaria nº 160, de 19 de maio de 2009 (MMA, 2016b). O objetivo básico dessa Portaria é a criação e manutenção do SINIMA, ampliando sua conceituação, ao viabilizar o acesso público aos documentos, expedientes e processos administrativos que tratem de matéria ambiental e fornecer todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda, no âmbito do SISNAMA ou na iniciativa privada. Ademais, o uso de outros canais digitais, além da Internet, como o telefone celular, é considerado fator potencializador, de forma exponencial, da eficiência do sistema e da efetividade do atendimento ao público (MMA, 2009).

O SINIMA estrutura-se sobre três eixos: i) desenvolvimento de ferramentas de acesso à informação; ii) integração de bancos de dados e sistemas de informação, tratando de ferramentas de geoprocessamento; iii) fortalecimento do processo de produção, sistematização e análise de estatísticas e indicadores relacionados com as atribuições do MMA (MMA, 2016b). O *software* foi

disponibilizado em 2006, permitindo o cruzamento da informação de 12 bancos de dados diferentes, em níveis de abrangência municipal, estadual, regional e nacional, além de agrupar, em uma única fonte, informações sobre legislação, cobertura florestal, áreas prioritárias de preservação da biodiversidade, terras indígenas, unidades de conservação, licenças ambientais e poços de água em todos os municípios do país (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2006). Com propósito de melhor encaminhar os trabalhos relativos aos indicadores, um Grupo de Trabalho foi criado em 2008, com relatório parcial publicado em 2011. Na atualidade, a plataforma não se encontra disponível, todavia, o site teve 14.373 acessos durante o período de 31/07/2006 até 06/04/2007, como afirma Silva (2007, p.48), quando era um bom exemplo de qualidade de fontes de informação produzidas pelo poder público na Internet (SILVA, 2007, p.52).

Neste momento uma ponderação se faz necessária visto que o foco desse estudo repousa sobre os recursos hídricos, e todos os SIA supracitados referem-se ao meio ambiente como um todo. Portanto, é relevante apresentar os SIA relacionados à água e sua gestão, que se torna impossível sem conhecimento suficiente sobre os sistemas naturais e sociais e previsão de seus estados futuros. Para isso, deve-se apoiar em análise de cenários e sistemas baseados em computadores, aquisição de dados, modelagem, previsão, otimização, apoio à decisão e ferramentas de gestão do conhecimento, muitas vezes referida como sistemas de Hidroinformática (UNESCO-IHE, 2016).

2.2.2 Água e Sistema de Informação Ambiental

Devido à cooperação internacional, muitos bancos de dados e sistemas de informação, no que diz respeito a questões globais sobre água, foram criados nos últimos anos (UNESCO-IHP, 2016). Globalmente, três projetos de sistemas de informação sobre água se destacam. O AQUASTAT, nomeado como um

sistema global de informações sobre água e agricultura, resulta de uma iniciativa da FAO, em 1994. A fim de alcançar os objetivos principais¹, a constituição dessa organização decreta a necessidade de coletar, analisar, interpretar e divulgar informações relacionadas à nutrição, alimentação e agricultura. Esse sistema global contribui com os objetivos mediante a coleta, análise e divulgação de informações relacionadas com os recursos hídricos, uso da água e gestão da água na agricultura, com ênfase em países da África, Ásia, América Latina e Caribe (FAO, 2016a). Desde então, o AQUASTAT tem sido o líder global em comunicação de dados, a nível nacional, sobre os recursos hídricos renováveis e retiradas de água (FAO, 2014, p.3). Concretamente, o sistema oferece dados, metadados, relatórios, perfis de países, perfis de bacias hidrográficas, análises regionais, mapas, tabelas, dados espaciais, diretrizes e outras ferramentas sobre recursos hídricos, usos da água, irrigação, barragens e instituições, políticas e legislação relacionadas com a água.

Uma segunda iniciativa é coordenada pelo Centro Internacional de Avaliação dos Recursos Hídricos Subterrâneos (IGRAC), organização não governamental parceira do Programa Hidrológico Internacional (IHP) da UNESCO, da Organização Meteorológica Mundial (WMO), uma agência especializada da UN e da Associação Internacional de Hidrologistas (IAH). O Sistema Global de Informação sobre Águas Subterrâneas (GGIS) é um portal interativo, baseado na *web*, para as águas subterrâneas. O principal objetivo do sistema é auxiliar na coleta e análise de informações sobre recursos hídricos subterrâneos e sua divulgação entre os especialistas em água, governantes e público em geral. Essa ferramenta baseia-se na importância das águas

¹ Os objetivos principais da FAO são: (i) a erradicação da fome, insegurança alimentar e desnutrição; (ii) a eliminação da pobreza e o avanço em direção ao progresso econômico e social para todos; e (iii) a gestão e utilização sustentável dos recursos naturais, incluindo terra, água, ar, clima e recursos genéticos, para benefício das gerações presentes e futuras (FAO, 2016a).

subterrâneas, como um recurso natural com papel significativo para a economia, representando cerca de 30% da água doce mundial e um terço da água consumida pelos seres humanos, podendo chegar a 100% em algumas partes do mundo. O sistema apresenta-se subdividido em temas que abordam os aquíferos transfronteiriços, dados globais por países, sistema de gestão da informação, gerenciamento de recarga de aquíferos, desenvolvimento de Estados insulares e uma rede de monitoramento global das águas subterrâneas (INTERNATIONAL GROUNDWATER RESOURCES ASSESSMENT CENTRE, 2016).

Quanto à apresentação do terceiro sistema, o *Global Water Portal*, destaca-se que esse ainda está em processo de desenvolvimento pelo UNESCO-IHP. O Sistema Global de Informações sobre Água projeta-se para fornecer aos cientistas, tomadores de decisões e público interessado um acesso direto à informação, através de um único portal. O elemento central do projeto é um catálogo de metadados com informações sobre os dados de água, dos bancos de dados existentes. Por meio de serviços de pesquisa, visualização e *download*, os usuários podem acessar os dados, tanto pelo portal como por *software* externo, tais como *ArcGIS* e *Google Earth*, explorando-os, conforme necessário. Ademais, permite a integração com outros sistemas de informações globais, tais como o Sistema de Observação Global da Terra (*Global Earth Observation System of Systems - GEOSS*). Desta forma, a informação pode ser recuperada e utilizada por um amplo grupo de pesquisadores e tomadores de decisão (UNESCO-IHP, 2016).

Além das iniciativas globais, Sistemas de Informação Nacional sobre Água foram desenvolvidos por países ao redor do globo. Elucidando, o Sistema de Informação sobre a Água para a Europa (*Water Information System for Europe - WISE*) foi disponibilizado em 2007, como um serviço baseado na *web*, com informações relacionadas à água (interior e marinha) agrupadas em seções sobre: políticas da UE para água, dados estatísticos, modelagem, e, projetos e

pesquisas. Para os usuários das instituições da UE ou outras administrações ambientais, o sistema fornece a entrada para avaliações temáticas no contexto das políticas relacionadas com a água da UE. Para os profissionais e cientistas, o WISE facilita o acesso a documentos de referência e dados temáticos, mediante *download* para posteriores análises. Para o público em geral, ilustra um amplo leque de informações relacionadas com a água, por visualizações em mapas interativos, gráficos e indicadores (THE WATER INFORMATION SYSTEM FOR EUROPE, 2016).

O Brasil, um país com riquezas ambientais e hídrica, atentou-se para a importância da integração dos Sistemas de Informação para a gestão dos recursos hídricos, mediante a inserção de tópicos relativos à legislação vigente. Dentre os vários sistemas existentes, expõem-se: o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) e o Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb).

A Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH (Lei nº 9.433/97) preconiza como um de seus instrumentos de gestão, o SNIRH. Trata-se de um amplo sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como fatores intervenientes para sua gestão. O sistema fundamentou-se na coordenação unificada, garantindo a descentralização da produção e obtenção de dados e informações, assegurando o acesso à toda a sociedade (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS, 2016). Os objetivos incluem: i) reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; ii) atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional; iii) fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos. Em 2000, mediante a Lei nº 9.984/00, a ANA foi criada e

incumbida de organizar, implantar e gerir o SNIRH, como determinado no artigo 4º, inciso XIV (BRASIL, 2000). Em 2003, iniciou-se o desenvolvimento do sistema por meio da criação de um conjunto de subsistemas computacionais de planejamento e gestão, regularização do uso, e, análise qualitativa e quantitativa, posteriormente agrupados (CORDEIRO, 2009). O conteúdo abrange questões sobre divisão hidrográfica, quantidade e qualidade das águas, usos de água, disponibilidade hídrica, eventos hidrológicos críticos, planos de recursos hídricos, regulação e fiscalização dos recursos hídricos e programas voltados à conservação e gestão dos recursos hídricos. O sistema destina-se a integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), conselhos, órgãos gestores, agências de bacias e comitê de bacias, usuários de recursos hídricos, comunidade científica e sociedade em geral (SNIRH, 2016).

Além do SNIRH, a ANA coordena o Sistema de Informações Hidrológicas, o Hidroweb, que está em processo transitório, com a atualização do sistema. O portal oferece um banco de dados com todas as informações coletadas pela rede hidrometeorológica e reúne dados sobre cotas, vazões, chuvas, evaporação, perfil do rio, qualidade da água e sedimentos. Os dados são coletados pela agência em 4.543 estações de monitoramento das 14.822 existentes em todo o país. Nessas estações, estrategicamente localizadas nas várias bacias hidrográficas brasileiras, é possível mensurar o volume de chuvas, a evaporação da água, o nível e a vazão dos rios, a quantidade de sedimentos e a qualidade das águas. As informações oriundas desse monitoramento são disponibilizadas no sistema, que registrou 2.383.467 acessos no período de 1/02/2005 a 24/03/2016. Essa é uma importante ferramenta para a sociedade, pois os dados coletados são utilizados para produzir estudos, definir políticas públicas e avaliar a disponibilidade hídrica. Por meio dessas informações, a ANA monitora eventos considerados críticos, como cheias e estiagens, disponibiliza informações para a execução de projetos, identifica o potencial

energético, de navegação ou de lazer em um determinado ponto ou ao longo da calha do manancial, levanta as condições dos corpos d'água para atender a projetos de irrigação ou de abastecimento público, entre outros (ANA, 2016). O novo sistema Hidroweb está referenciado no portal do SNIRH.

O SNIS foi idealizado em 1994, mediante disposições do Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS, e desde então vem se aperfeiçoando continuamente. Em 2007, a Lei nº 11.445/2007, que estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, institui no artigo 53, o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA (BRASIL, 2007), um novo sistema que seguramente incorpora o atual SNIS, vinculando-o ao Ministério das Cidades. O sistema reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos provenientes dos prestadores que operam no Brasil, organizando-se em dois módulos, um sobre os serviços de água e esgotos (AE) e outro sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos (RS). Os objetivos incluem: o planejamento e execução de políticas públicas; a orientação da aplicação de recursos; o conhecimento e avaliação do setor saneamento; a avaliação de desempenho dos serviços; o aperfeiçoamento da gestão; a orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e o exercício do controle social.

As informações referentes à AE provêm das instituições responsáveis pela prestação dos serviços de água e esgotos, tais como companhias estaduais, autarquias ou empresas municipais, departamentos municipais e empresas privadas. De acordo com a última coleta de dados, 84 indicadores referentes à prestação dos serviços de água e esgotos, de caráter operacional, financeiro e de qualidade dos serviços prestados foram calculados. Os dados são disponibilizados gratuitamente pelo site, fato que torna o SNIS o maior e mais importante sistema de informações do setor saneamento no Brasil (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2016).

A mesma tendência em elaborar Sistemas de Informação é observada para o estado de Minas Gerais. O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – Infohidro é um dos instrumentos de gestão previsto na Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), instituída pela Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Os princípios básicos da PERH estão em consonância com os da PNRH, como também estão os objetivos, acrescido do apoio às ações e atividades de gerenciamento de recursos hídricos no Estado (MINAS GERAIS, 1999). O Portal Infohidro, gerenciado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam, foi instituído em 2014 com o objetivo de disponibilizar, de forma atualizada, dados e informações técnicas sobre os recursos hídricos de Minas Gerais. Nele, o usuário poderá encontrar dados sobre outorga, cobrança pelo uso dos recursos hídricos, séries históricas de monitoramento da qualidade da água, mapas e relatórios, além de bases cartográficas dos recursos hídricos do Estado, biblioteca digital, dentre outras informações. O portal também traz uma inovação, a calculadora do Índice de Qualidade da Água (IQA) e da Contaminação por Tóxicos (CT), sendo o Igam pioneiro na disponibilização desse tipo de serviço no país (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2014).

Constata-se a existência de outros SIA, em escala global, internacional, nacional, regional e local. O fato de não serem mencionados neste trabalho, não desmerece os esforços empenhados no processo de desenvolvimento e manutenção dessas bases de dados e informações. A importância desses sistemas em coletar, processar, armazenar, transmitir e exibir informações impactam significativamente sobre o meio ambiente, bem-estar humano e governabilidade democrática (FORTUN, 2004), ao ponto de relatórios ressaltarem o potencial dos SIA para a promoção da sustentabilidade ambiental (MELVILLE, 2010).

A Internet está mudando a natureza e o alcance dos sistemas de informação, que antes eram compartimentados e agora transmitem e manipulam

informações sobre o mundo (YU, 2004). À medida que a computação evolui, os SIA passam a ser utilizados para operacionalizar análises complexas e avaliar possíveis cenários (HAKLAY, 1999).

Neste contexto, a informática tem desempenhado um papel importante para melhorar as interações entre seres humanos e máquinas. Em ciências ambientais, sua representatividade cresce a uma taxa exponencial, a partir de várias redes de monitoramento. Concomitantemente, há um crescimento explosivo de aplicativos móveis, computação em nuvem e sistemas *Big Data* como tecnologias potenciais para muitos aspectos da investigação científica (YAN et al., 2016). Esses avanços tecnológicos recentes permitem o desenvolvimento de novas ferramentas e coleta de dados para ajudar os governos e as comunidades locais a melhorar seus planos de adaptações e melhor lidar com desastres naturais, como inundações e secas (WWAP, 2016).

Por essa razão, o estudo fundamenta-se em inovações tecnológicas, especificamente os aplicativos móveis, como uma ferramenta complementar aos Sistemas de Informação Ambiental no processo de gestão dos recursos naturais, focalizando, neste caso, os recursos hídricos. Assim, a próxima seção aborda aspectos conceituais e evolucionários dessa tecnologia, ratificando sua relevância.

2.3 Aplicativos para dispositivos móveis

As tecnologias digitais – Internet, telefones celulares, e todas as outras ferramentas para coletar, armazenar, analisar e compartilhar informações digitalmente – espalharam-se rapidamente (WORLD BANK, 2016). As inovações em torno do fluxo de informações a partir de um *web site* para um telefone móvel e vice-versa também emergem continuamente (FAO, 2012) e sob

essas circunstâncias, um sistema de inovação tecnológica que vem se consagrando é o aplicativo móvel (*app*).

Conforme Qiang et al. (2011), aplicativos móveis (*apps*) são *software* projetados para tirar vantagem da tecnologia móvel. Essa definição aproxima-se do conceito apresentado por Islam, Islam e Mazumder (2010) no qual, *app* consiste em *software*/conjunto de programas que é executado em um dispositivo móvel e desempenha determinadas tarefas para o usuário.

O dispositivo móvel, a que os autores se referem, são telefones celulares, *smartphones*, *tablets* e computadores portáteis, que atualmente integram a vida cotidiana das pessoas. Esses podem ser utilizados para se comunicar, trocar fotos, conectar-se a redes sociais, fazer anotações, gravar e reproduzir vídeo e áudio, acessar a Internet, e muito mais (CASEY; TURNBULL, 2011).

Segundo o relatório do World Bank (2014), a rápida difusão dessas tecnologias digitais nos países em desenvolvimento não tem precedentes. Nesses locais, mais famílias possuem um telefone móvel do que tem acesso à eletricidade ou instalações sanitárias adequadas. O número de proprietários de telefones móveis nos países em desenvolvimento já ultrapassa os de países desenvolvidos, mesmo que os celulares básicos ainda sejam dominantes. Segundo dados publicados pela Statista (2016), quase 60% da população mundial já possuíam um telefone móvel em 2014. Projeções preveem um crescimento ainda maior, alcançando 4,77 bilhões de usuários em 2017 e ultrapassar a marca dos 5 bilhões em 2019, ou seja, 69% da população mundial.

A maior parte desse crescimento do mercado móvel pode ser atribuído à crescente popularidade dos *smartphones* (STATISTA, 2016). Esses representam os aparelhos telefônicos com maior capacidade de processamento de informações, com um baixo consumo de energia (PITT et al., 2011), assemelhando-se a um computador de bolso (CASEY; TURNBULL, 2011).

Mediante políticas que promovem a concorrência de mercado, a participação do setor privado e a regulamentação do segmento, o preço deste dispositivo vem declinando rapidamente (WORLD BANK, 2014). Em 2012, cerca de um quarto de todos os usuários móveis era usuário de *smartphones*. Em 2018, espera-se que esse número dobre, chegando a 50%. Assim, espera-se que o número de usuários de *smartphones* em todo o mundo cresça um bilhão, em um período de cinco anos, o que significa que o número de usuários de *smartphones* no mundo deve chegar a 2,6 bilhões até 2019 (STATISTA, 2016).

Aliado a esse crescimento, encontra-se o aumento do número de conexões móveis que, em 2015, foi estimada em oito bilhões em todo mundo (STATISTA, 2016), o que vem ampliando consideravelmente o acesso a um vasto conjunto de informações e ideias (WORLD BANK, 2014),

Além disso, observa-se o crescente número de aplicativos móveis (ISLAM; ISLAM; MAZUMDER, 2010; ZHU; YAN; ZHAO, 2014), geralmente disponibilizados para os usuários na *web* ou por meio de uma loja de aplicativos incorporada ao dispositivo (GARTNER, 2016). Existem diversas lojas de aplicativos, dentre elas, podem ser mencionadas *Apple App Store*, *Blackberry World*, *Amazon AppStore*, *Google Play Store* e *Windows Phone Store*, sendo a *Apple App Store* e *Google Play Store* as duas maiores lojas de aplicativos móveis da atualidade (STATISTA, 2015).

Segundo dados da AppBrain (2016b), o *Google Play Store*, serviço oferecido pelo *Google*, disponibiliza 2.085.791 de aplicativos para dispositivos móveis que operam na plataforma *Android*, podendo esses serem gratuitos ou pagos. Os aplicativos são categorizados quanto ao domínio de aplicação e classificados, para restringir o uso de determinados conteúdos por idade. Além de aplicativos, essa loja virtual também disponibiliza e-books, filmes e música (GOOGLE, 2016a).

A *Apple App Store*, serviço oferecido pela *Apple*, disponibiliza aplicativos para dispositivos móveis que executam na plataforma iOS. Em julho de 2015, a loja disponibilizou 1.5 milhões de aplicativos (STATISTA, 2015), dentre gratuitos e pagos, também classificados quanto ao domínio de aplicação e por idade.

Assim como o número de *apps*, estas lojas virtuais crescem rapidamente, sendo impossível saber com precisão quantos aplicativos estão disponíveis. Todavia, sabe-se que, a partir de novembro 2015, havia cerca de 1,8 milhões de aplicativos no *Google Play Store*, 200 mil a mais do que em julho do mesmo ano. Em relação a *Apple App Store*, houve um crescimento de 800 aplicativos, em julho de 2008, o mês de seu lançamento, para 1,5 milhões em junho de 2015 (STATISTA, 2015).

Outro dado que deve ser mencionado corresponde ao número de *downloads* de aplicativos nessas lojas, fato que demonstra sua relação com os consumidores. Em 2013, foram 102 bilhões de *downloads*, gerando uma receita total de 26 bilhões de dólares. Para 2016, estima-se que o número de *downloads* alcance 224.801 bilhões e para o ano de 2017, um total de 268.692 *downloads*. Por fim, estima-se que, em 2017, *Apple App Store* e *Google App Store* juntas sejam responsáveis por 90% dos *downloads* globais (GARTNER, 2013).

Constata-se que um crescente número de aplicativos móveis está à disposição de um progressivo número de potenciais consumidores, visto o próspero mercado de dispositivos móveis, especialmente *smartphones*. A soma de todos esses fatores influencia diretamente sobre o tempo que as pessoas se relacionam com essas tecnologias. Segundo pesquisa realizada pela Nielsen (2014), as pessoas gastam, em média, 30 horas por mês utilizando aplicativos, valor esse crescente, se comparado com dados de anos anteriores.

Em resumo, os aplicativos móveis constituem uma importante e acessível ferramenta de divulgação e propagação de informações relativas a

diversas áreas do conhecimento. Para Jepson e Ladle (2015), na área ambiental, os *apps* têm o potencial de transformar a maneira como os seres humanos interagem com a natureza, melhorar a quantidade e a resolução de dados de biodiversidade, democratizar o acesso ao conhecimento ambiental, e revigorar maneiras de apreciar a natureza.

2.4 Revisão Sistemática da Literatura

A Revisão Sistemática é um elemento chave da Medicina Baseada em Evidências (KHAN et al., 2003, p. 118), constituindo um método amplamente empregado nas ciências da saúde, na qual se originou (KITCHENHAM, 2007). Segundo a *Collaboration for Environmental Evidence* – CEE (2013), a RSL tornou-se um padrão reconhecido para acessar, avaliar e sintetizar a informação científica, com uso generalizado em diferentes setores da sociedade.

Uma revisão ganha o adjetivo sistemática se for baseada em uma questão claramente formulada, identificando estudos relevantes, avaliando a qualidade dos mesmos e resumindo as evidências por meio da utilização de metodologia explícita (KHAN et al., 2003). Metodologia essa, rigorosa, que visa maximizar a transparência, objetividade e repetibilidade, fatores que diferenciam a RSL de uma Revisão de Literatura Tradicional (HADDAWAY et al., 2015).

Assim sendo, define-se RSL (também referida como revisão sistemática) como uma revisão que visa responder a uma pergunta específica mediante a utilização de métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar, analisar e interpretar criticamente pesquisas disponíveis relevantes (CEE, 2013).

Dentre as razões que motivam o uso desse recurso metodológico, Kitchenham (2007) destaca a capacidade de: resumir a evidência existente sobre um fenômeno; identificar eventuais lacunas na pesquisa atual, a fim de sugerir

novas áreas de investigação; e, fornecer um contexto que permita posicionar adequadamente novas atividades de pesquisa.

Ainda segundo essa autora, tal motivação tem respaldo nas vantagens advindas do emprego da RSL. Por ser uma metodologia bem definida e criteriosa, torna-se menos provável que os resultados da literatura possuam viés. Ademais, pode fornecer informações sobre os efeitos de algum fenômeno e ser pré-requisito para o método de meta-análise quantitativa. Os resultados também são facilmente atualizáveis, quando novos estudos primários são disponibilizados, servindo para medir o desenvolvimento da base de evidências (CEE, 2013, p. 16).

Contudo, Haddaway et al. (2015) mencionam que a RSL pode ser desvantajosa em alguns casos como, por exemplo, quando a equipe de revisão sistemática não pode ser formada, quando os recursos financeiros são limitados, quando o tempo é severamente limitado ou quando o tema em avaliação não garante uma revisão sistemática completa.

Apesar de exigir mais esforço do que as tradicionais revisões de literatura (KITCHENHAM, 2007, p. 4), a RSL busca mitigar o viés, aumentar a transparência, consistência e objetividade processual (HADDAWAY et al., 2015, p. 1599). Para esse fim, uma série de atividades deve estar envolvida. Essas atividades são estipuladas por diretrizes para RSL que apresentam sutis diferenças em relação ao número e ordem das etapas (KITCHENHAM, 2007). Alguns autores fornecem cinco passos (KHAN et al., 2003), outros subdividem em sete etapas (CEE, 2013; HADDAWAY et al., 2015) e há aqueles que argumentam a existência de um acordo entre as principais fases do processo, resumindo os estágios da RSL em três fases principais (KITCHENHAM, 2007).

Em busca da compreensão fundamental do papel de cada etapa, as mesmas serão descritas, designando o processo de construção de uma RSL, com

base nas diretrizes do CEE (2013). Em virtude da importância do protocolo, como elemento norteador da execução, esse é retratado em tópico específico.

2.4.1 Processo de Construção de uma RSL

O *Guidelines for Systematic Review and Evidence Synthesis in Environmental Management* (CEE, 2013) resume os estágios da revisão sistemática em sete etapas principais, sendo elas:

- Definição da pergunta: processo para obter uma pergunta adequada tanto em termos de necessidades de evidências quanto de viabilidade da RSL;
- Protocolo: um plano para a realização da RSL, definindo a forma como cada etapa será conduzida;
- Busca: uma busca sistemática é conduzida usando uma estratégia de pesquisa repetível, sob medida para a pergunta e prováveis fontes de evidência;
- Seleção de estudos: a partir da pesquisa, os estudos são analisados em termos de relevância para a questão de revisão utilizando critérios de inclusão estabelecidos a priori e resultando em uma coleção de estudos relevantes;
- Avaliação crítica e extração de dados: duas fases que são frequentemente interligadas. Na avaliação crítica, os estudos são examinados e ponderados em termos de suscetibilidade ao viés e validade em termos da questão do estudo. Dados relevantes são extraídos, a partir de cada estudo, podendo ser objeto de apreciação mais crítica;
- Síntese dos dados: dados extraídos de estudos individuais são sintetizados para formar uma visão integrada das evidências. A síntese pode ser narrativa, quantitativa, qualitativa ou uma combinação destes;

- Relatório de RSL²: o relatório reúne e sintetiza os dados da RSL, tornando-os disponíveis à comunidade científica.

Dessa forma, a revisão sistemática começa com uma pergunta, um pouco como a pesquisa primária, mas ao contrário desta, a RSL recolhe e sintetiza os dados existentes, a fim de tentar responder à questão de pesquisa (CEE, 2013). Para alcançar tal propósito, o protocolo deve ser elaborado. Esse plano de conduta é estabelecido visando orientar a busca e a seleção de artigos. Destarte, o próximo tópico descreve os procedimentos para elaboração do protocolo baseado nas diretrizes propostas por CEE (2013).

2.4.2 Estrutura de um protocolo

O protocolo estabelece os planos para a realização da RSL, funcionando como um guia, ao definir as estratégias de busca de estudos relevantes e os critérios de extração de dados. Essa etapa é essencial para minimizar o viés e tornar o processo tão rigoroso, transparente e bem definido quanto possível (CEE, 2013).

Como o protocolo de revisão especifica os métodos que serão utilizados para realizar uma determinada RSL, seus componentes incluem todos os elementos da revisão, mais algumas informações adicionais de planejamento (KITCHENHAM, 2007). Assim sendo, as etapas que constituem sua estrutura básica são:

- *Background*: é a justificativa para a pesquisa, indicando porque o estudo é necessário e como se pretende contribuir com o campo do conhecimento;

² Não concerne a este estudo, adotar o modelo de relatório proposto pelo CEE, nem mesmo a publicação e arquivamento desse na revista e site da CEE.

- Questão de pesquisa: apresentação da pergunta principal e questões secundárias, quando aplicável, que a revisão se destina a responder;
- Método de pesquisa: é a estratégia utilizada para procurar por estudos primários, incluindo termos e recursos de busca, detalhando como a pesquisa é conduzida e possibilitando a repetição;
- Critério de inclusão dos artigos: fornece explicações sobre a lógica que se propõe a incluir/excluir artigos com base nos critérios de seleção estabelecidos;
- Lista de modificadores de efeito e razões para a heterogeneidade: fornece uma pequena lista dos modificadores de efeito (outras variáveis que podem influenciar o resultado) e detalhes de como a lista foi compilada (incluindo a consulta de peritos externos);
- Avaliação da qualidade do estudo: visa à verificação da qualidade dos estudos incluídos;
- Estratégia de extração de dados: define como a informação exigida de cada estudo primário é obtida;
- Síntese dos dados e Apresentação: define as estratégias para sintetizar os dados coletados e qualquer manipulação posterior do conjunto de dados, análise de subgrupo, análise de sensibilidade e testes de viés.

Portanto, o protocolo estabelece as referências para a condução da revisão sistemática, não podendo ser totalmente abrangente. Embora alterações devam ser evitadas, a modificação do protocolo, por causa de desvios dos métodos propostos, pode ser necessária. Essas mudanças devem ser claramente documentadas no âmbito da revisão final, de modo que a transparência e repetibilidade possam ser mantidas (CEE, 2013).

Com base no exposto, conclui-se que a revisão sistemática reúne, avalia criticamente e sintetiza todas as evidências relevantes disponíveis para uma

pergunta, a partir de métodos pré-definidos para minimizar o viés e, assim, fornecer resultados mais confiáveis, que podem auxiliar a tomada de decisão (CEE, 2013).

2.5 Levantamento web

Com base em uma busca preliminar, verificou-se que autores de diversas áreas vêm desenvolvendo pesquisas em lojas virtuais de aplicativos móveis. Na medicina, por exemplo, foram realizados levantamentos para: avaliar os aplicativos disponíveis associados ao sono (ONG; GILLESPIE, 2016); demonstrar a atual disponibilidade de aplicativos relativos a queimaduras (WURZER et al., 2015); identificar o número de aplicativos móveis que se relacionam às principais doenças com maior índice de mortalidade, de acordo com a Organização Mundial da Saúde - OMS (MARTÍNEZ-PÉREZ et al., 2014); e, verificar a participação de profissionais da saúde no desenvolvimento de aplicativos relacionados à área (VISVANATHAN; HAMILTON; BRADY, 2012). Na ciência da computação, foi realizado um levantamento para medir, analisar e modelar a distribuição de popularidade dos aplicativos, e explorar como a variável preço influencia na sua notoriedade (PETSAS et al., 2013). Nas ciências ambientais, foi realizado um *survey*, no *Google Play Store*, para avaliar a extensão em que os aplicativos móveis exploram temas relativos à natureza (JEPSON; LADLE, 2015). Durante esta busca, não foi encontrado nenhum estudo científico cujo objetivo fosse identificar aplicativos para dispositivos móveis direcionados aos recursos hídricos.

Ademais, não foi constatada uma nomenclatura estabelecida pela comunidade científica que defina este procedimento metodológico, nem mesmo suas etapas constituintes. Por essa razão, com respaldo da perspectiva da

Revisão Sistemática da Literatura e dos trabalhos relacionados, esquematizou-se um roteiro de atividades a serem executadas.

2.6 Triangulação de dados

O interesse pela triangulação como metodologia para realização de pesquisas não é um fenômeno recente (AZEVEDO et al., 2013). Em áreas como Sociologia, Psicologia, História, Ciência Política e Antropologia o uso de métodos qualitativos e quantitativos é recorrente (LEE; LIEBENAU, 1997).

Todavia, pesquisas no campo de Sistemas de Informação têm sido frequentemente criticadas pela constante presença de assertivas positivistas e metodologias quantitativas. Apesar de pesquisas utilizando métodos mistos, quantitativos e qualitativos serem fortemente defendidas, ainda são pouco aplicadas as áreas de Sistemas e Tecnologia da Informação. Por caracterizarem-se como áreas em expansão, pesquisas usando somente uma metodologia não são consideradas apropriadas (GALLIVAN, 1997). Dessa forma, a aplicação conjunta de métodos encontra-se em processo de aceitação nas Ciências da Computação e Engenharia de *Software* (LEE; LIEBENAU, 1997).

Na perspectiva de Azevedo et al. (2013), a história da investigação científica está repleta de tentativas para combinar ou mesclar num mesmo estudo diferentes métodos de coleta, análise e interpretação da informação. E, baseando-se no processo empregado, a triangulação é tipificada. Para este trabalho, adotaram-se a triangulação de dados e a triangulação metodológica. A primeira, define-se pela coleta de dados em diferentes períodos e, ou em fontes distintas, de modo a obter uma descrição mais rica e detalhada do fenômeno estudado. A segunda, refere-se ao uso de múltiplos métodos para obter os dados mais completos e detalhados possíveis. Este tipo de triangulação é a mais estudada e aplicada, de modo a compreender melhor os diferentes aspectos de

uma realidade e evitar os viesamentos de uma metodologia única (AZEVEDO et al., 2013).

Apesar de questionada a dicotomia ao proferir definições para essas abordagens, entende-se por pesquisa qualitativa aquela que elabora uma descrição sobre o significado do objeto em estudo, enquanto a pesquisa quantitativa ancora-se em medições e generalização de amostras (NEWMAN; BENZ, 1998). Portanto, uma forma de distinguir é assumir que métodos qualitativos fornecem dados em forma de palavras e métodos quantitativos geram dados numéricos (HARVARD UNIVERSITY, 2005).

Outra forma de definir uma pesquisa é quanto aos objetivos. Assim, a pesquisa exploratória aborda um determinado objeto buscando seu melhor entendimento, por meio da identificação de questões e variáveis. E, a pesquisa descritiva procura fornecer descrições precisas da observação de um fenômeno (HARVARD UNIVERSITY, 2005).

3 METODOLOGIA

Neste trabalho, optou-se pela execução de duas pesquisas com fontes de informações e metodologias independentes e, posterior, triangulação dos dados.

Iniciando a caracterização metodológica, quanto à natureza, conforme exposto por Stokes (1997), esta pesquisa não se define na dicotomia entre pesquisa básica e aplicada. Em que a pesquisa básica busca o conhecimento em geral, da natureza e de suas leis, objetivando o entendimento, sem pensar em fins práticos. Enquanto a pesquisa aplicada volta-se para alguma aplicação ou necessidade, objetivando o uso.

Confrontando esta tensão inerente entre entendimento e uso, que ainda hoje permeia o pensamento popular e encontra-se presente entre a comunidade científica, esta pesquisa refuta o modelo linear de inovação e considera a existência de um relacionamento transversal entre os objetivos de uso e de entendimento, não permitindo impor uma estrutura unidimensional a essa questão.

Define-se essa pesquisa como uma pesquisa básica impulsionada pelo uso, que busca, ao mesmo tempo, ampliar as fronteiras do entendimento e saciar alguma necessidade de uso proveniente da sociedade, ajustando-se no quadrante de Pasteur (STOKES, 1997). Ao aplicar essa proposição ao escopo do trabalho, a meta do entendimento sustenta-se em conhecer os aplicativos para dispositivos móveis relacionados à água, por meio de buscas em bases científicas e lojas de aplicativos. Ao passo que, a meta do uso baseia-se na avaliação dos resultados das buscas por aplicativos móveis, com o propósito de direcionar as novas tecnologias em suas criações ou desenvolvimento, em prol da sociedade.

Para proceder às buscas, adotaram-se métodos distintos para cada fonte de informação. Assim, a pesquisa em biblioteca virtual foi conduzida por meio da Revisão Sistemática da Literatura, a pesquisa em loja virtual foi executada

mediante levantamento e os resultados dessas foram comparados por meio da triangulação de dados. Com base nos métodos, os subtópicos seguintes delinham a pesquisa.

3.1 Revisão Sistemática da Literatura - RSL

A partir das descrições apresentadas sobre a RSL em tópico específico do referencial teórico, cabe ratificar que a pesquisa se fundamenta na inter-relação entre aplicativos móveis e recursos hídricos. Considerando que esses pertencem a áreas do conhecimento distintas, as diretrizes para a realização de revisão sistemática em Engenharia de Software (KITCHENHAM, 2007) e em Gestão Ambiental (CEE, 2013) foram utilizadas na definição das etapas, visando adequar a revisão às necessidades do estudo.

Quadro 1 - Fases e etapas da Revisão Sistemática da Literatura, propostas pelas diretrizes em Gestão Ambiental (CEE, 2013) e em Engenharia de Software (KITCHENHAM, 2007).

DIRETRIZES PARA REALIZAÇÃO DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
CEE (2013) – Etapas	Kitchenham (2007) – Fases
1. Definição da pergunta	1. PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO
2. Protocolo	- Identificação da necessidade de uma revisão - Colocação em uma revisão - Especificando a pergunta de pesquisa ¹ - Desenvolvimento do protocolo de revisão ²
3. Busca	- Avaliar o protocolo de revisão *
4. Seleção de artigos	2. EXECUÇÃO DA REVISÃO
5. Avaliação crítica e Extração de dados	- Identificação da investigação ³ - Seleção de estudos primários ⁴ - Avaliação da qualidade do estudo primário ⁵ - Extração de dados e monitoramento ⁵
6. Síntese dos dados	- Síntese de dados ⁶
7. Relatório de RSL	3. RELATO DA REVISÃO
	- Especificando mecanismos de divulgação - Formatação do relatório principal ⁷ - Avaliar o relatório *

^{1,2,3,4,5,6,7} Corresponde ao número da etapa do CEE (2013) que se relaciona à fase proposta por Kitchenham (2007).

* Correspondem a etapas opcionais e dependem dos procedimentos de garantia de qualidade estabelecidas pela equipe de revisão sistemática (KITCHENHAM, 2007).

Fonte: Adaptado de CEE (2013) e Kitchenham (2007).

As diretrizes em questão possuem diferenças entre si, no entanto essas são tênues. O Quadro 1 compila as etapas e fases de cada guia, relacionando-as.

Como é possível perceber, a distinção se concentra apenas em termos de estrutura e nomenclatura, pois ambas possuem as mesmas orientações para a construção da RSL. Neste caso, optou-se pela Diretrizes para Revisões Sistemáticas em Gestão Ambiental (CEE, 2013).

Esta metodologia foi adotada para investigar, nas bases de dados selecionadas, os estudos relevantes publicados que respondam à questão de pesquisa. A estrutura descrita no Referencial Teórico (Seção 2.4.2) estabelece as etapas do protocolo que é apresentado no subtópico a seguir.

3.1.2 Protocolo

O *template* proposto pela CEE (2013) foi adotado, porém ao contrário do estipulado pela diretriz, o protocolo não foi submetido ao processo de avaliação, revisão e publicação³ da revista. Esse foi desenvolvido por ação conjunta de dois pesquisadores de áreas do conhecimento distintas, um da ciência da computação e outro das ciências ambientais.

Conforme explicitado anteriormente, o protocolo é composto por oito etapas norteadoras do estudo, sendo estas: *background*, questão de pesquisa, métodos de pesquisa, critérios de inclusão dos artigos, lista de modificadores de efeito e razões para a heterogeneidade, avaliação da qualidade do estudo, estratégia de extração de dados, síntese dos dados e apresentação.

3.1.2.1 Background

É amplamente reconhecido que a água está na base do desenvolvimento econômico e bem-estar social visto ser essencial para a alimentação, produção

³ Conforme o CEE (2013), esse processo tem um papel fundamental na maximização da transparência, minimizando a suscetibilidade ao viés.

de energia e como insumo em uma grande variedade de cadeias produtivas industriais. A água, recurso fundamental à sobrevivência humana, ao meio ambiente e à economia, tem sua capacidade de suporte ameaçada, assim como a sustentabilidade social, ambiental e econômica a longo prazo (WWAP, 2016). Segundo o World Economic Forum (WEF, 2016), a crise hídrica representa um risco global, perante o declínio significativo na qualidade e quantidade de água doce disponível. Se a situação não for controlada, o desenvolvimento humano e o econômico estarão comprometidos (UNDP, 2006).

Uma alternativa para o enfrentamento da questão hídrica pode ser encontrada nas tecnologias digitais que se difundiram rapidamente ao redor do mundo (WORLD BANK, 2016). Enquanto a população mundial ultrapassa sete bilhões, o número de conexões móveis é estimado em oito bilhões (STATISTA, 2016), o de telefones móveis é 5,2 bilhões e os de usuários de internet são 3,2 bilhões, com projeções crescentes (WORLD BANK, 2016). Dentre essas tecnologias, os serviços de informação baseados em telefonia móvel possuem um grande potencial (FAO, 2012b) pois tornaram-se a forma mais comum de transmissão de voz, dados e serviços (QIANG et al., 2011). Acompanhando o crescimento de venda desse dispositivo, o número de aplicativos móveis também expandiu rapidamente (JEPSON; LADLE, 2015; ZHU; YAN; ZHAO, 2014; YAN et al., 2016) trazendo consigo o potencial de transformar a maneira como os seres humanos interagem com a natureza (JEPSON; LADLE, 2015).

Por meio de uma análise prévia, não foram encontradas RSL associando água e aplicativo móvel. Portanto, este trabalho objetiva originar a primeira síntese sistemática de evidências da inter-relação entre água e aplicativos para dispositivos móveis, mediante a identificação e avaliação de artigos disponíveis nas fontes pesquisadas, que respondam à questão de pesquisa estabelecida.

3.1.2.2 Questão de pesquisa

Na literatura, foi possível observar que existem trabalhos que convergem os temas propostos, água e aplicativos para dispositivos móveis. Diante disso, a revisão destinou-se a responder primariamente:

- Quais artigos científicos relacionam aplicativos para dispositivos móveis com o tema água?

3.1.2.3 Método de pesquisa

Esta seção descreve o que foi pesquisado e como a pesquisa foi conduzida. Os métodos sistemáticos aplicados para identificar, refinar e avaliar os estudos que respondem à questão de pesquisa principal da RSL são detalhados, destacando-se também as alterações realizadas durante a revisão.

3.1.2.3.1 Idioma e termos de pesquisa

Os idiomas adotados na pesquisa foram o Inglês e o Português. Os termos foram definidos com base em uma busca preliminar de artigos relevantes. As palavras que se relacionavam com o tema foram agrupadas em três categorias, de acordo com os objetivos e a questão de pesquisa.

- Assunto: água(s), recurso(s) hídrico(s), água potável, água doce, água residual, água de reuso, água poluída, água tratada, água potável, qualidade da água, gestão dos recursos hídricos, água subterrânea, (...);
- Interface: aplicativo(s), aplicativo móvel, aplicativos móveis, app(s);
- Dispositivo: dispositivo móvel, dispositivos móveis, telefone móvel, celular, telefone inteligente, smartphone(s), tablete(s), notebook, (...).

O grupo “Assunto” reúne termos relacionados à temática central do estudo, a água. Por se tratar de um tema amplo, apenas alguns exemplos foram citados, podendo-se acrescentar a lista qualquer outra composição possível que envolva a palavra água ou recurso hídrico.

O grupo “Interface” retrata os termos relacionados ao aplicativo móvel, como um programa que media a relação homem-máquina. O aplicativo móvel é o objeto em apreciação desta pesquisa.

O grupo “Dispositivo” tem como foco o aparelho que contém o aplicativo móvel. Semelhante ao grupo “Assunto”, sinônimos e outros termos de mesmo propósito podem ser incluídos.

Esses termos compreendem o conjunto de conceitos que o estudo busca relacionar. Assim sendo, os termos de cada um dos grupos (assunto, interface e dispositivo) foram analisados, combinados e testados para compor a *string* de busca, em português e inglês.

3.1.2.3.2 *String* de busca

A *string* de busca, utilizada para pesquisa nas bases de dados *on-line*, corresponde à compilação dos termos de pesquisa selecionados combinados por operadores lógicos AND e OR. As sequências, elaboradas nos idiomas inglês e português, foram testadas em buscas preliminares e adequadas. O exercício resultou na seleção das *strings* seguintes:

- *water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device")*
- *(água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis").*

A expressão de busca originou-se dos termos de pesquisa derivados da questão principal. Os termos “água”, “recurso(s) hídrico(s)” e “*water*” foram utilizados para representar o grupo “Assunto” pois confluem os demais conceitos, caracterizando-se como o cerne da pesquisa. O plural de alguns termos foi adicionado devido às discrepâncias nos resultados preliminares obtidos. Os termos “*app*” e “*apps*” abrangem “*mobile app*” e “*mobile apps*” que por essa razão foram omitidos. Em virtude das características de cada base, a *string* pode sofrer ligeiras alterações, mas sem comprometer sua representatividade.

3.1.2.3.3 Bases de dados pesquisadas

As buscas foram conduzidas, simultaneamente por dois pesquisadores, nas dependências da Universidade Federal de Lavras, mediante acesso direto aos *sites* dos repositórios. A pesquisa incluiu oito bases de dados *on-line* (Quadro 2), selecionadas em virtude de sua relevância como indexadoras de vários periódicos expressivos de áreas do conhecimento distintas. Fato que corrobora ao caráter interdisciplinar do tema estudado.

Em um primeiro momento, foi realizada uma busca sem filtros, ou seja, nenhuma restrição quanto à data, idioma, área ou tipo de documento. Os resultados brutos obtidos, posteriormente, foram refinados segundo critérios de inclusão e exclusão, definidos no próximo subtópico.

Considerando as características intrínsecas de cada biblioteca virtual, o processo de execução da busca pode sofrer alteração perante a inclusão de parâmetros. O Quadro 2 sintetiza o processo adotado em cada uma das bases de dados pesquisadas.

Observou-se a inclusão de parâmetros relacionados à busca direcionada pelo *Título, Palavras-chave e Resumo* às *strings* de busca nas bases *Elsevier Science Direct, Scopus, Web of Science, Ei Compendex e IEEE Xplore*. Em

relação aos termos no plural presentes na *string*, para as bases *Elsevier Science Direct* e *ACM Digital Library* não houve discrepância nos resultados, porém para as demais bases, os resultados sofreram alterações.

Quadro 2. Processo de execução e *string* de buscas adotadas.

Base de dados pesquisadas	<i>String</i> de busca
<p>ACM Digital Library</p> <p>http://dl.acm.org/</p>	<p>Inglês: <i>Advanced Search</i> -> <i>show query syntax</i> -> <i>Edit query</i> -> (water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices"))</p> <p>Português: <i>Advanced Search</i> -> <i>show query syntax</i> -> <i>Edit query</i> -> (água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis"))</p>
<p>Ei Compendex</p> <p>http://www.engineeringvillage2.org</p>	<p>Inglês: <i>Expert Search</i> -> (water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices")) wn KY</p> <p>Português: <i>Expert Search</i> -> (água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis") wn KY</p>
<p>Elsevier Science Direct</p> <p>http://www.sciencedirect.com/</p>	<p>Inglês: <i>Advanced Search</i> -> <i>Expert Search</i> -> TITLE-ABS-KEY (water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices"))</p> <p>Português: <i>Advanced Search</i> -> <i>Expert Search</i> -> TITLE-ABS-KEY ((água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis"))</p>
<p>IEEE Xplore</p> <p>http://ieeexplore.ieee.org/</p>	<p>Inglês: <i>Advanced Search</i> -> <i>Metadata Only</i> -> (water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices"))</p> <p>Português: <i>Advanced Search</i> -> <i>Metadata Only</i> -> (água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis")</p>

Quadro 2. conclusão.

<p style="text-align: center;">Scielo</p> <p style="text-align: center;">http://www.scielo.org/</p>	<p>Inglês: Todos os Índices -> Toda Rede Scielo -> water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices")</p> <p>Português: Todos os Índices -> Toda Rede Scielo -> água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis")</p>
<p style="text-align: center;">Scopus</p> <p style="text-align: center;">http://www.scopus.com</p>	<p>Inglês: <i>Advanced Search</i> -> TITLE-ABS-KEY (water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices"))</p> <p>Português: <i>Advanced Search</i> -> TITLE-ABS-KEY ((água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis"))</p>
<p style="text-align: center;">SpringerLink</p> <p style="text-align: center;">http://www.springer.com/gp/</p>	<p>Inglês: <i>Advanced Search</i> -> water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices")</p> <p>Português: <i>Advanced Search</i> -> água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis")</p>
<p style="text-align: center;">Web of Science</p> <p style="text-align: center;">https://apps.webofknowledge.com</p>	<p>Inglês: Todas as bases de dados -> Busca Avançada -> TS=(water AND (app OR apps OR "mobile application" OR "mobile applications") AND (smartphone OR tablet OR "mobile device" OR "mobile devices"))</p> <p>Português: Todas as bases de dados -> Busca Avançada -> TS=(água OR "Recursos Hídricos" OR "Recurso Hídrico") AND (app OR apps OR "aplicativo móvel" OR "aplicativos móveis") AND (smartphone OR tablet OR "dispositivos móveis"))</p>

Fonte: Da autora (2016).

A RSL concentrou-se apenas nas bases de dados *on-line* mencionadas, não incluindo pesquisas na internet (por exemplo, *Google*, *Google Scholar*), pesquisas de literatura cinzenta (por exemplo, relatórios técnicos, publicações governamentais, teses) e pesquisas complementares. Os resultados obtidos foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão.

3.1.2.4 Critérios de inclusão e exclusão

O tópico se propõe à inclusão e exclusão de trabalhos obtidos com a aplicação da *string* de busca, nas bases de dados *on-line*, objetivando identificar os estudos relevantes que respondem à questão de pesquisa.

Os primeiros filtros foram aplicados sobre os resultados brutos, denominados “Busca sem filtro”, ainda nas bases de dados, utilizando as opções disponíveis. Dessa maneira, a pesquisa foi limitada à literatura científica acessível em Inglês e Português, publicada em *Journal*, revistas, conferências e encontros. Foram excluídos estudos publicados em outros idiomas e em outros tipos de documentos (livros, capítulos de livros, patentes, publicações comerciais, etc.). Restrições por ano, país e área do conhecimento não foram aplicadas. Os resultados desta etapa foram denominados “Busca com filtros”.

A próxima etapa, denominada “Etapa 1”, objetivou filtrar mediante análise manual do *Título, Resumo e Palavras-Chave* cada um dos estudos selecionados na etapa anterior. Para agilizar o processo de análise, foi utilizada a ferramenta JabRef 3.2 (JABREF, 2016) para listar e manipular as referências dos artigos. Foram excluídos os artigos que, após leitura e análise, não responderam à questão de pesquisa. Em caso de incerteza, o artigo era enviado para a etapa seguinte.

Na “Etapa 2”, os estudos selecionados na “Etapa 1” passaram por uma inspeção em que a *Introdução e Conclusões* foram analisadas mediante leitura. Nesta etapa, apenas os artigos completos foram considerados, verificando também a existência de artigos repetidos e descartando os irrelevantes e incompletos.

O objetivo deste processo foi excluir, sistematicamente, estudos que não são pertinentes ou não contêm informações ou dados relevantes para esta pesquisa.

3.1.2.5 Coeficiente Kappa

Conforme sugerido pelo CEE (2013), o teste estatístico Kappa foi aplicado para verificar a consistência na interpretação dos critérios de seleção e as decisões de relevância adotadas pelos pesquisadores envolvidos. O coeficiente de Kappa é uma medida quantitativa da magnitude da concordância entre observadores, que avaliam um mesmo material (VIERA; GARRETT, 2005).

3.1.2.6 Modificadores de efeito e razões para heterogeneidade

Nesta pesquisa, entende-se por Modificadores de Efeito a presença de um terceiro fator que pode influenciar o resultado da relação entre aplicativo móvel e água, ou seja, um fator pode diminuir ou aumentar o efeito dessa inter-relação. Foram considerados como modificadores: a tecnologia (GPS, câmera, acesso à internet, tipo de dispositivo, sistema operacional, sensores) e a contribuição popular (*citizen science*). Elucidando, tem-se um aplicativo que permite a contribuição da população mediante a inserção de informações georreferenciadas sobre qualidade da água, porém o dispositivo não possui a tecnologia GPS ou o acesso à internet naquela localidade não está disponível.

A razão para heterogeneidade busca explicar porque os resultados variam entre os artigos selecionados na RSL. Dentre as razões destacam-se o propósito do estudo (desenvolvimento, utilização, apresentação, menção – relacionado ao aplicativo móvel) e a finalidade (qualidade, orientação, gestão, coleta de dados, irrigação, etc. – relacionada a água). Demonstrando, há heterogeneidade entre artigos que se destinam a orientar e aos que são aplicados à coleta dados sobre os recursos hídricos.

3.1.2.7 Avaliação da qualidade do estudo

A avaliação da qualidade do estudo fornece critérios ainda mais detalhados de inclusão e exclusão (KITCHENHAM, 2007). A qualidade é um termo relativo e sua medição e escala dependem da questão a ser abordada. Portanto, a repartição do conceito em duas unidades, estudo de relevância e estudo de confiabilidade podem ser úteis (CEE, 2013).

O estudo de relevância é muitas vezes considerado em termos de validade externa do estudo e pode ser mais subjetivo que a avaliação da confiabilidade, exigindo a construção de critérios específicos de avaliação formados por ajuste ao contexto da questão de pesquisa (CEE, 2013). Assim, baseando-se na pergunta norteadora deste trabalho, entende-se como relevante o artigo científico que aborda um ou mais aplicativos para dispositivos móveis relacionados ao tema água. Essa abordagem pode ser baseada em: desenvolvimento/prototipação, utilização, apresentação ou menção de algum aplicativo móvel.

Confiabilidade é frequentemente considerada em termos de validade interna da metodologia de estudo, à medida em que sua concepção minimiza a suscetibilidade ao viés (CEE, 2013). Porém, para esta pesquisa, não foi possível comparar as metodologias dos estudos selecionados. Então, a confiabilidade foi avaliada em termos de validação do aplicativo apresentado, sempre que esta informação era disponibilizada.

3.1.2.8 Estratégia de extração de dados

Os artigos completos selecionados na Etapa 2 foram avaliados por seu conteúdo permitindo a extração das características qualitativas. As informações registradas concernem a dados da publicação, do aplicativo móvel e sua relação com os recursos hídricos. De cada estudo, foram coletados:

- Publicação: referência bibliográfica completa (autor, título, ano, tipo de publicação), base de dados que o contém;
- Aplicativo móvel: nome do app, propósito, tipo de dispositivo, valor, data de criação, recursos exigidos e sistema operacional;
- Relação água/aplicativo: categoria, finalidade, descrição e vantagens.

Os dados sobre os potenciais modificadores de efeito, razões para heterogeneidade e qualidade do estudo (relevância e confiabilidade) também foram extraídos.

3.1.2.9 Síntese dos dados e apresentação

A síntese narrativa dos dados de todos os estudos incluídos na revisão descreveu os resultados mediante as categorias elaboradas. Tabelas, quadros e gráficos foram produzidos para resumir estes resultados.

3.2 Levantamento web

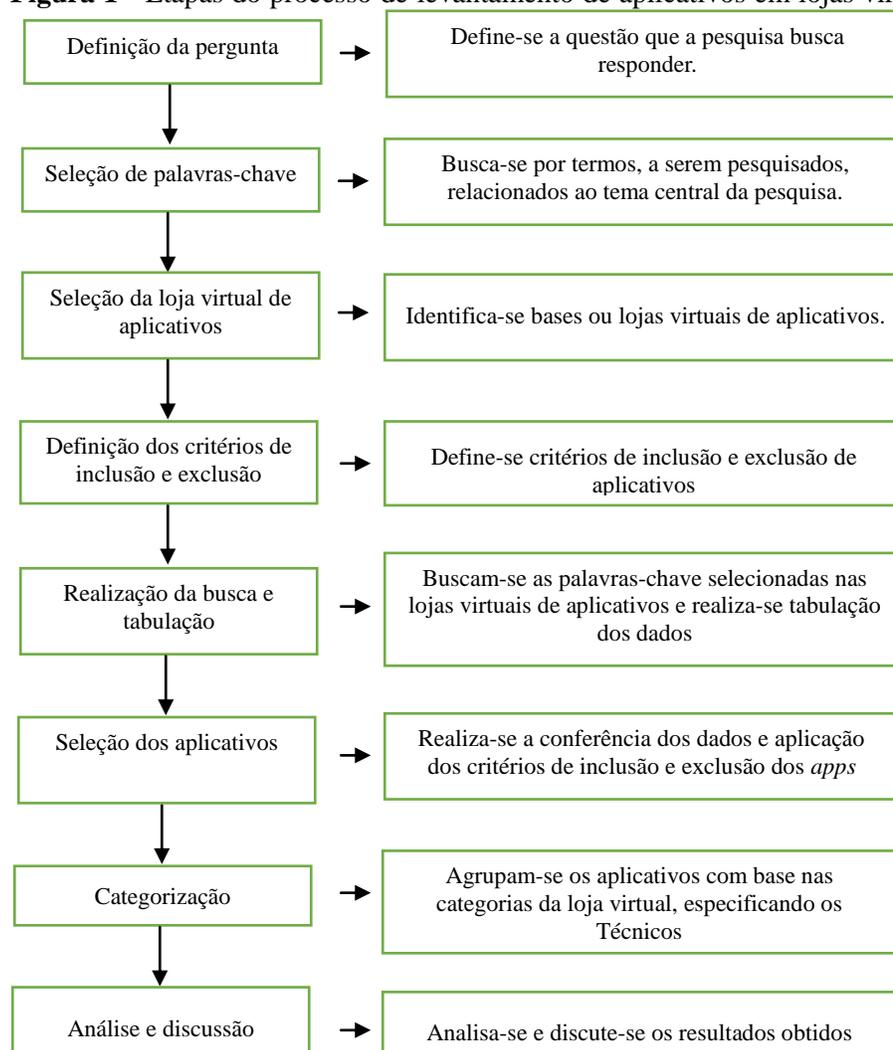
Durante pesquisa preliminar, não foi encontrado nenhum estudo científico cujo objetivo fosse identificar aplicativos para dispositivos móveis direcionados aos recursos hídricos, apesar de outras pesquisas terem sido realizadas no campo da medicina, ciência da computação e ciências ambientais.

Ademais, constatou-se que não há uma metodologia definida, com base na literatura científica, para condução de pesquisas em lojas virtuais de aplicativos móveis. Geralmente, os autores descrevem os passos executados, durante o processo de pesquisa, para a obtenção do resultado. Dessa forma, assim como em outros trabalhos, esta pesquisa limitou-se em descrever o processo e critérios utilizados para a realização do levantamento na loja virtual selecionada.

3.2.1 Atividades realizadas

O desenvolvimento da pesquisa em loja virtual de aplicativo baseou-se em etapas definidas como relevantes para o processo de busca. A Figura 1 esquematiza e define, ainda que brevemente, as etapas executadas.

Figura 1 - Etapas do processo de levantamento de aplicativos em lojas virtuais.



Fonte: Da autora (2016).

O principal objetivo ao esquematizar o processo de busca, definindo as etapas do levantamento, é moldar um procedimento metodológico, até então, inexistente. Por meio da elucidação do passo a passo da pesquisa é possível compreender por que, como, onde e sob quais condições o levantamento na *web* foi realizado. Assim sendo, especifica-se o que cada etapa executa no âmbito deste trabalho.

3.2.1.1 Definição da pergunta

A particularidade de cada pesquisa é determinada por um conjunto de fatores que visam responder a uma indagação. Dessa forma, a questão de pesquisa é crucial para nortear o trabalho. A relevância desta etapa pode ser confirmada com base na metodologia da RSL, que também define como uma das etapas de elaboração do protocolo, a definição da pergunta de pesquisa.

Assim, este estudo foi conduzido com o objetivo de responder ao seguinte questionamento: quais aplicativos para dispositivos móveis se relacionam com o tema água?

Considerando essa, uma questão geral e abrangente, as etapas seguintes do processo de levantamento buscam delinear o contexto, mediante a definição de palavras-chave, loja virtual e critérios de inclusão e exclusão dos aplicativos.

3.2.1.2 Seleção de palavras-chave

Nesta etapa, as palavras-chave que se relacionam à questão de pesquisa foram selecionadas. Adotou-se como base a Lista de Termos para o *Thesaurus* de Recursos Hídricos, da Agência Nacional das Águas, aprovada pela Portaria n.º 149, de 26 de março de 2015 (ANA, 2015), que conceitua cerca de 500 termos relacionados aos recursos hídricos e serve como subsídio para elaboração de documentos técnicos, além de ser utilizada por estudantes e interessados pela temática.

Quadro 3 - Palavras-chave selecionadas para a busca na loja virtual de aplicativos.

Palavras Pesquisadas		
Açude	Exutório	Pegada Hídrica
Água	Foz	Período de retorno
Água bruta	Gestão da água	Pico de cheia
Água de reuso	Gestão de Recursos Hídricos	Planície de inundação
Água mineral	Gestão dos Recursos Hídricos	Pluviógrafo
Água poluída	Governança da água	Pluviômetro
Água potável	Gradiente hidráulico	Política de recursos hídricos
Água subterrânea	Hidrobiologia	Precipitação
Água tratada	Hidrodinâmica	Público de água
Aquicultura	Hidrogeologia	Qualidade da água
Aquífero	Hidrograma	Recursos Hídricos
Autodepuração	Hidrologia	Rede de drenagem
Bacia hidrográfica	Hidrometeorologia	Rede hidrográfica
Balanço hídrico	Hidrometria	Rede hidrométrica
Balanço hidrológico	Hidrostática	Regime hidrológico
Captação de água	Hidrovia	Regularização de vazão
Carta pluviométrica	Infiltração	Reservatório de água
Chuva	Intensidade da chuva	Retirada de água
Ciclo hidrológico	Inundação	Reuso de água
Conservação da água	Irrigação	Reutilização da água
Consumo de água	Jusante	Rio
Corpo de água	Lago	Runoff
Curso de água	Lâmina de água	Saneamento
Demanda bioquímica de oxigênio	Leito de rio	Segurança hídrica
Demanda de água	Lençol freático	Série de vazões
Demanda química de oxigênio	Limnógrafo	Sistema de abastecimento de água
Derivação de água	Limnômetro	Sistema de Gerenciamento
Dessedentação	Limnologia	Sustentabilidade
Disponibilidade Hídrica	Macrófita	Taxa de infiltração
Divisor de águas	Manancial	Teor de umidade
Drenagem de água	Marco regulatório do uso das águas	Transporte aquaviário
Eclusa	Mata ciliar	Transposição de água
Eficiência de irrigação	Meandro	Transposição de bacia
Efluente	Mecânica dos fluidos	Tratamento da água
Enchente	Modelo hidrológico	Turbidez
Energia hidráulica	Montante	Uso dos recursos Hídricos
Energia hidroelétrica	Nascente	Uso múltiplo da água
Escassez de água	Nível da água	Usuário da água
Escoamento	Nível hidrostático	Vazão
Estação de tratamento de água	Olho de água	Volume morto
Estiagem	Outorga de água	Volume útil
Eutrofização	Padrão de consumo de água	Zona de aeração
Evaporação	Padrão de potabilidade da água	Zona de mistura
Evapotranspiração	Padrão de qualidade da água	Zona de recarga

Fonte: Da autora (2016).

A lista conta com definições propostas por instituições como o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama); a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a

Cultura (Unesco); o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), dentre outras.

3.2.1.3 Seleção da loja virtual

Definidas as palavras-chave, procedeu-se à seleção das lojas virtuais de aplicativos para dispositivo móvel. O critério de seleção foi baseado na quantidade de aplicativos disponibilizados pela plataforma, sendo selecionada a que possuía o maior número de aplicativos.

Dentre as lojas identificadas, *Apple App Store*, *Amazon AppStore*, *Blackberry World Store*, *Google Play Store* e *Microsoft Phone*, verificou-se que a *Google Play Store*, maior loja virtual, disponibilizava 1.6 milhão de aplicativos, enquanto a *Apple App Store*, segunda maior loja, disponibilizava 1.5 milhão de aplicativos, conforme dados publicados pela Statista (2015).

Segundo as exposições de Jepson e Ladle (2015), outros fatores que ratificam a escolha da plataforma *Android* se baseiam no fato: do alcance global mais amplo em comparação ao *iOS*; da dificuldade em extrair dados da loja *Apple iTunes* (*iOS*); de os dispositivos *Android* serem mais baratos; de menores barreiras de entrada para desenvolvedores de aplicativos; e, da loja *Google Play Store*, fornecer uma sub-amostra representativa da população de aplicativos relacionados com o tema natureza.

3.2.1.4 Definição dos critérios de inclusão e exclusão

Com a determinação das palavras-chave e da loja virtual, os critérios de inclusão e exclusão dos aplicativos puderam ser definidos. Essa etapa objetivou selecionar um conjunto de dados representativos. Os critérios se fundamentaram nos aspectos: idioma e relevância da descrição do aplicativo.

Por limitações financeiras e de recursos humanos, apenas aplicativos que apresentaram descrições em inglês, português e espanhol foram considerados, sendo os demais descartados.

Quanto à relevância, foram selecionados, após a leitura e análise da descrição do aplicativo, os que se correlacionavam ao tema, sendo descartados aplicativos cuja descrição ou título não mencionavam a palavra-chave pesquisada em português ou sua tradução.

Exemplificando, dentre as palavras-chave selecionadas, algumas apresentavam conexão com outras áreas ou eram duais quanto ao sentido. O conceito de “Montante” também se relaciona à área de finanças, “Infiltração” pode significar adentrar/infiltrar e “Divisor de águas” representa a separação entre um período e outro. Diante disso, o aplicativo cuja descrição não contemplou o tema estabelecido foi considerado irrelevante e descartado.

Se verificado que um mesmo aplicativo retornou como resultado em mais de um termo de busca, esse foi considerado como aplicativo repetido, sendo contabilizado apenas uma vez e os demais descartados do total de aplicativos relevantes selecionados.

3.2.1.5 Realização da busca e tabulação

As buscas foram realizadas na loja virtual selecionada, para cada palavras-chave previamente estabelecida. O universo da pesquisa compreendeu todos os aplicativos para dispositivos móveis disponíveis na loja virtual *Google Play Store*, atualmente estimados em 2.085.791 (APPBRAIN, 2016b).

Nesta etapa, o processo foi automatizado por meio da utilização de uma biblioteca, conhecida como *Google Play scraper*. Durante o processo de busca foi constatado um fator limitante externo, imposto pela loja *Google Play Store*, que não pôde ser contornado. Esse repositório limita a disponibilização de resultados, retornando no máximo, 250 aplicativos por busca. Por essa razão,

cada palavra-chave pesquisada limitou-se a esse número de resultados. A explicação detalhada do processo de busca é relatada na Seção 4.2.1.

Após a realização das buscas, todos os registros coletados foram tabulados e organizados em uma planilha. A tabulação baseou-se nas informações obtidas, sendo elas: nome, valores mínimo e máximo de *download*, avaliação por estrelas, desenvolvedor, data da última atualização, versão do aplicativo, tamanho, classificação etária, categoria e preço.

3.2.1.6 Seleção dos aplicativos

Os resultados tabulados, obtidos pela pesquisa automatizada, foram submetidos, simultaneamente, aos processos de conferência dos dados e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão de aplicativos.

A conferência dos dados complementou o processo de busca descrito. Os aplicativos retornados foram conferidos manualmente, um a um, para verificar a conformidade com as informações contidas no site da loja *Google Play Store*.

Concomitantemente, procedeu-se a seleção dos aplicativos com base nos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. A partir da análise das descrições fornecidas por cada desenvolvedor, os aplicativos que pertenciam a idiomas distintos do inglês, português e espanhol foram eliminados e os aplicativos retornados que não correspondiam à temática do estudo foram descartados, bem como as duplicatas. Por fim, somente aplicativos pertinentes ao tema foram mantidos.

3.2.1.7 Categorização

A categorização primou pela classificação dos aplicativos de acordo com as categorias propostas pela loja *Google Play Store*. Ademais, um novo

agrupamento foi proposto com base na percepção de aplicativos com propósito científico-profissional.

Conforme Google (2016a) os aplicativos podem ser classificados em: Clima, Comunicação, Educação, Jogos, Entretenimento, Compras, Corporativo, Ferramentas, Finanças, Estilo de vida, Fotografia, Livros e referências, Medicina, Turismo e local, Social, Esportes, Mídia e vídeos, Música e áudio, Transporte, Produtividade, Saúde e fitness, Notícias e revistas, e, Personalização.

Ao longo do processo de seleção dos aplicativos, foi possível observar que além da categorização proposta pelo *Google*, outro grupo de aplicativos móveis se destacava. Esses aplicativos abordavam conhecimentos técnicos de diversas áreas relacionadas aos recursos hídricos e, por essa razão, foram classificados como aplicativos técnicos. Quanto ao uso, os aplicativos técnicos foram subdivididos em: Controle e/ou monitoramento, Calculadoras, Coleta de dados, Guias e manuais técnicos, e, Leis e normas.

A conjugação dos aplicativos selecionados com a categorização foi abordada mediante análises quantitativas descritivas.

3.2.1.8 Análise e discussão dos resultados

Com objetivo primordial de apresentar os resultados da busca, na loja virtual de aplicativos, análises e gráficos de frequência sobre variáveis como número de *download*, avaliação por estrelas e preço são construídas. Posteriormente, discussões e limitações da pesquisa são expostas.

3.3 Triangulação de dados

Como última etapa metodológica, procedeu-se a triangulação de dados e métodos, a partir da análise conjunta dos resultados originários dos diferentes

métodos de pesquisa empregados. O Quadro 4 remete aos processos metodológicos, elucidando as características de cada pesquisa.

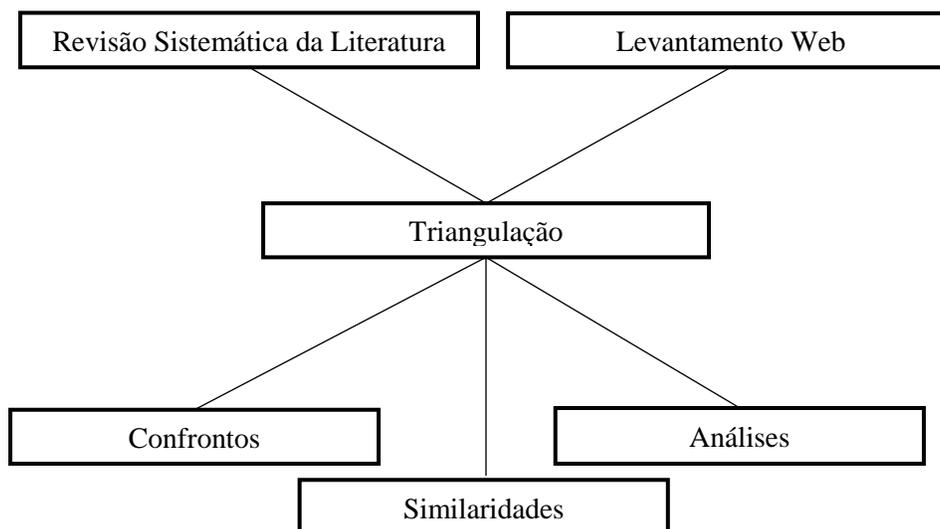
Quadro 4 - Processos metodológicos empregados na pesquisa

Pesquisa definida segundo a Metodologia	Classificação		
	RSL	Levantamento	Triangulação
Fonte de dados	Artigos	Aplicativos	Resultados
Local (virtual)	Biblioteca	Google Play	-
Abordagem	Qualitativa	Quantitativa	Quali-Quant
Objetivo	Exploratória	Descritiva	Descritiva
Variável	<i>String</i>	Termos ANA	-

Fonte: Da autora (2016).

Em suma, a triangulação consistiu na combinação dos resultados obtidos pela pesquisa em bibliotecas virtuais com os dados provenientes do levantamento em loja virtual, mediante abordagem quali-quant, tendo como foco prioritário, a partir de um processo comparativo, analisar as informações, descrever as similaridades e confrontar as desigualdades (Figura 2).

Figura 2 - Esquematização do processo de triangulação.



Fonte: Da autora (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um conjunto de informações e análises compõe os resultados da pesquisa, realizado em loja e bibliotecas virtuais, que se dedicou à compreensão do estado da arte no que se refere aos aplicativos para dispositivos móveis relacionados aos recursos hídricos.

Esta seção descreve os principais resultados da RSL, do levantamento em loja virtual e da triangulação dos resultados, respectivamente apresentados em subseções específicas.

4.1 Resultados da RSL

A RSL seguiu o processo de construção estabelecido na Seção 3.1.1. Após definição da pergunta e discriminação das etapas do protocolo, procedeu-se à busca sistemática nas bases de dados *on-line* selecionadas.

4.1.1 Busca e seleção de estudos

As buscas nas bibliotecas virtuais foram realizadas entre os dias 03 e 06 de janeiro de 2016 e revisada em 09 de abril de 2016, mediante à reaplicação da *string* em cada uma das oito bases selecionadas. A nova busca justificou-se pelo fato de as bases *on-line* sofrerem constantes atualizações, com novos artigos sendo indexados periodicamente. Porém, nenhum artigo relevante ao escopo da RSL foi constatado após os três meses de realização da primeira busca.

A busca iniciou-se com a aplicação da *string*, em português, nas bibliotecas virtuais selecionadas. Porém, nenhum artigo científico que pudesse ser incluído na pesquisa foi retornado. A base *Scopus* retornou 2 artigos e a base

Elsevier Science Direct, retornou 17 artigos. Todos eles foram analisados e excluídos por não responderem à questão de pesquisa.

Ao aplicar a *string* de busca, no idioma inglês, um total de 3.107 artigos foram retornados. Em seguida, aplicaram-se os filtros relativos ao idioma e tipo de documento, restando 1.205 artigos. Desses 0,3% (4 de 1.205) foram obtidos na base *on-line ACM Digital Library*; 3,0% (36 de 1.205) na *Ei Compendex*; 1,2% (15 de 1.205) na *Elsevier Science Direct*; 1,2% (14 de 1.205) na *IEEE Xplore*; 4,2% (51 de 1.205) na *Scopus*; 86,9% (1047 de 1.205) na *SpringerLink*; 3,2% (38 de 1.205) na *Web of Science* e nenhum na *Scielo*. Os resultados da *string* de busca em inglês, por biblioteca virtual, encontram-se sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados obtidos, por base de dados *on-line*, com a *string* de busca em inglês.

Bases de dados	Buscas Sem Filtros	Busca Com Filtros	Etapa 1	Etapa 2 (Introdução e Conclusão)			Artigos Estudados
				Rep.	Incomp.	Irrel.	
ACM Library	4	4	3	0	0	1	2
Ei Compendex	36	36	20	2	1	2	15
Elsevier Science Direct	15	15	10	4	1	0	5
IEEE Xplore	14	14	8	6	0	0	2
Scielo	0	0	0	0	0	0	0
Scopus	55	51	31	23	0	2	6
SpringerLink	2.929	1047	32	21	0	8	3
Web of Science	54	38	17	12	1	2	1
Total	3.107	1.205	120	68	3	15	34

Fonte: Da autora (2016).

Os 1205 artigos foram conferidos manualmente, um a um, para verificar o atendimento aos critérios de inclusão e exclusão. Como definido, na Etapa 1, os *Título, Resumo e Palavras-Chave* foram lidos e analisados por dois pesquisadores independentes. Ao término desta etapa, 120 artigos foram selecionados (Tabela 1).

Como pode ser observado na Tabela 1, aproximadamente 90% dos artigos foram considerados irrelevantes nesta primeira etapa de análise, fato que

corroborar aos argumentos da Kitchenham (2007) para uma RSL, em que as buscas iniciais podem retornar grande quantidade de estudos que não respondem à questão de pesquisa ou não têm relação com o tema. Durante leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, verificou-se que grande parte dos artigos não correspondia a uma fonte de evidências para a pesquisa. Para a base de dados *SpringerLink*, por exemplo, apenas 3,05% dos artigos retornados (32 de 1.047) foram considerados. Dentre os 1047 artigos listados, encontravam-se resumos, descrição de eventos e artigos científicos da área médica que não relatam a inter-relação entre aplicativos móveis e água.

Posteriormente, na etapa 2, a *Introdução e Conclusões* dos 120 artigos foram lidas e analisadas. Nesta etapa, os artigos foram classificados em repetidos, irrelevantes e incompletos. Dos 120 artigos selecionados: 56,7% (68 de 120) foram considerados repetidos, ou seja, artigos encontrados em mais de uma base de dados; 2,5% (3 de 120) foram considerados incompletos, pois disponibilizavam apenas o resumo; e 12,5% (15 de 120) foram considerados irrelevantes, visto que não correspondiam ao objetivo da RSL. Por fim, 28,3% (34 de 120) dos artigos científicos foram selecionados para compor a RSL. A Tabela 1 discrimina os resultados da etapa 2, por base de dados *on-line*.

A Tabela 1 apresenta as bases de dados, classificando-as em ordem alfabética. Esta ordem foi respeitada ao considerar os artigos repetidos e ao enumerar os artigos, quanto ao seu identificador (ID). Isto é, um artigo comum às bases *ACM* e *Ei Compendex* foi classificado como artigo estudado para a *ACM* e repetido para a *Ei Compendex*.

Cabe reafirmar que a pesquisa foi criteriosamente conduzida por dois pesquisadores e os artigos científicos foram selecionados com base nos critérios estabelecidos no protocolo.

A Tabela 2 exibe o número de trabalhos aceitos ou rejeitados por ambos os revisores e o número de discrepâncias registradas entre eles, sendo essas, informações básicas para o cálculo do coeficiente de Kappa.

Tabela 2 - Comparação dos artigos aceitos e rejeitados pelos pesquisadores.

KAPPA (K)	Pesquisador 1											
	Etapa 1			Etapa 2								
	Aceito	115	Rejeitado	5	Total	120	Aceito	34	Rejeitado	0	Total	34
Pesquisador 2	Rejeitado	0	1085	1085	0	86	86	86	86	86	86	86
	Total	115	1090	1205	34	86	120	34	86	120	120	120

Fonte: Da autora (2016).

O coeficiente de Kappa foi calculado, segundo Viera e Garrett (2005), para medir o nível de concordância entre os pesquisadores, obtendo-se $K_1=0,9764$ e $K_2=1,0$ respectivamente para a Etapa 1 e 2. Os valores encontram-se no intervalo entre 0,81 e 0,99, indicando uma concordância quase perfeita. Na Etapa 1 a discordância baseou-se em 5 artigos, que foram conduzidos à análise na Etapa 2. Dos 120 artigos analisados durante a segunda etapa, não houve discordância entre os pesquisadores, reforçando a coerência na interpretação da relevância dos 34 artigos selecionados para compor a revisão.

O Quadro 5 apresenta a lista dos artigos selecionados, explicitando:

- Identificador do artigo (ID): número atribuído ao artigo visando a sua identificação em tabelas apresentadas posteriormente.
- Ano: corresponde ao ano de publicação do artigo.
- Título: inscrição atribuída pelo(s) autor(es) posta no começo do trabalho.
- Evento/Revista: local de publicação do artigo
- Base: biblioteca virtual na qual o artigo foi encontrado
- Referência: sistema de chamada autor-data utilizado para referenciar o artigo ao longo do trabalho.

Quadro 5 - Artigos selecionados para compor a RSL.

ID	Ano	Título	Eventos/Revistas	Base	Referência
1	2013	Drop Drop - Prototyping a mobile application educating on the water system through private meter readings	International Conference on Information and Communication. Technologies and Development	<ul style="list-style-type: none"> • ACM • Web Of Science 	(REIN; CHAMPANIS; RIVETT, 2013)
2	2012	Reporting Water Quality - A case study of a mobile phone application for collecting data in developing countries	International Conference on Information and Communication. Technologies and Development	<ul style="list-style-type: none"> • ACM • Ei Compendex • Scopus 	(CHAMPANIS; RIVETT, 2012)
3	2015	A mobile application to calculate optimum drip irrigation laterals	Journal of Agricultural Water Management	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Elsevier • Scopus • Web of Science 	(SESMA et al., 2015)
4	2015	A smartphone app for precision irrigation scheduling in cotton	European Conference on Precision Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(VELLIDIS et al., 2015)
5	2015	A smartphone app to extend use of a cloud-based irrigation scheduling tool	Journal of Computers and Electronics in Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Elsevier • Scopus • Web of Science 	(BARTLETT et al., 2015)
6	2015	Citizen science for earth observation: Applications in environmental monitoring and disaster response	International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(KOTOVIRTA et al., 2015)
7	2014	Flood Finder: Mobile-based automated water level estimation and mapping during floods	International Symp. of the Digital Earth	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus • Web of Science 	(PONGSIRIYAPORN et al., 2014)
8	2013	Mobile apps for water quality simulation	IEEE International Conf. on Teaching, Assessment and Learning for Engin.	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • IEEE • Scopus 	(TEH; KOH, 2013)
9	2008	Mobile case-based reasoning for reservoir gate operation decision recommendation	International Conf. on Inform. and Communic. Technologies: From Theory to Applications	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • IEEE • Scopus 	(AHMIDA; NORWAWI, 2008)
10	2014	Mobile device app for small open-channel flow measurement	International Congress on Environmental Modelling and Soft.: Bold Visions for Environmental Modeling	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(LUTHI; PHILIPPE; PENA-HARO, 2014)
11	2015	Mobile-based text recognition from water quality devices	Mobile Devices and Multimedia: Enabling Technologies, Algorithms, and Applications	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(DHAKAL; RAHNEMOONFAR, 2015)

Quadro 5. continua.

12	2015	Moisture Content Evaluation for Road Surfaces Monitoring by GPR Image and Data Processing on Mobile Platforms	International Conf. on Future Internet of Things and Cloud	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • IEEE • Scopus 	(BENEDETTO; TEDESCHI, 2015)
13	2013	Monitoring using mobile technology: The case of Dispensers for Safe Water	International Conf.: Delivering Water, Sanitation and Hygiene Services in an Uncertain Environment	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(LANGAT et al., 2013)
14	2015	Performance evaluation of urban turf irrigation smartphone app	Journal of Computers and Electronics in Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Elsevier • Scopus • Web of Science 	(MIGLIACCIO et al., 2015)
15	2015	Smartphone Irrigation Sensor	IEEE Sensors Journal	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • IEEE • Scopus • Web of Science 	(JAGUEY et al., 2015)
16	2015	The development of mobile application for debris flow disaster prevention - The case of Kaohsiung City	Conf. Assoc. for Computer Methods and Recent Adv. in Geomechanics	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(CHANG; WU, 2015)
17	2013	Watershed delineation in the field: A new approach for mobile applications using LiDAR elevation data	Annual International Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Ei Compendex • Scopus 	(NOEL et al., 2013)
18	2015	AEGIS App: Wildfire Information Management for Windows Phone Devices	Journal of Procedia Computer Sci.	<ul style="list-style-type: none"> • Elsevier • Scopus 	(ATHANASIS et al., 2015)
19	2016	Citizens and satellites: Assessment of phytoplankton dynamics in a NW Mediterranean aquaculture zone	International J. of Applied Earth Observation and Geoinformation	<ul style="list-style-type: none"> • Elsevier 	(BUSCH et al., 2016)
20	2015	Implementation of a GPRS based remote water quality analysis instrumentation	Journal of Measurement	<ul style="list-style-type: none"> • Elsevier 	(IONEL et al., 2015)
21	2015	Location based information to support understanding of landscape futures	Journal of Landscape and Urban Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Elsevier • Web of Science 	(BISHOP, 2015)
22	2015	Tools for water quality monitoring and mapping using paper-based sensors and cell phones	Journal of Water Research	<ul style="list-style-type: none"> • Elsevier • Scopus 	(SICARD et al., 2015)
23	2015	A small step towards the citizen sensor: A multi-purpose framework for mobile apps	Journal of Geoscience and Remote Sensing Symp.	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE • Web of Science 	(GALEAZZO et al., 2015)

Quadro 5. conclusão.

24	2015	Designing an economical system to detect escherichia coli bacteria colonies in remote locations for water quality assessment	International Conf. On Next Generation Computing Technologies	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 	(POLADIA; FAKATKAR; RATHOD, 2015)
25	2015	Changes in urination according to the sound of running water using a mobile phone application	Journal of PLoS ONE	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus • Web of Science 	(KWON et al., 2015)
26	2015	Classifying natural waters with the forel-ule colour index system: Results, applications, correlations and crowdsourcing	Journal of Environmental Research and Public Health	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus • Web of Science 	(GARABA et al., 2015)
27	2014	Developing networking functions for ENE-FARM residential fuel cell cogeneration systems	International Gas Union Research Conference	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus 	(SUZUKI et al., 2014)
28	2013	Encouraging rain garden installation with a smartphone app	Journal of Extension	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus 	(DIETZ; DICKSON, 2013)
29	2013	Managing a coastal sensors network in a nowcast-forecast information system	International Conf. on Broadband, Wireless Computing, Communic. and Applications	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus • Web of Science 	(GOMES et al., 2013)
30	2013	Southwest plant selector: A mobile app for homeowners	Journal of HortTechnology	<ul style="list-style-type: none"> • Scopus • Web of Science 	(SUTHERIN; LOMBARD; HILAIRE, 2013)
31	2014	A confluence of new technology and the right to water: experience and potential from South Africa constitution and commons	Journal of Ethics and Information Technology	<ul style="list-style-type: none"> • SpringerLink 	(COOPER; SWAN; TOWNEND, 2014)
32	2015	Composite Web Information System for Management of Water Resources	Journal of Water Resources Management	<ul style="list-style-type: none"> • SpringerLink 	(STEFANOVIC et al., 2015)
33	2015	Early warning smartphone diagnostics for water security and analysis using real-time pH mapping	Journal of Photonic Sensors	<ul style="list-style-type: none"> • SpringerLink 	(HOSSAIN et al., 2015)
34	2015	WACODI: A generic algorithm to derive the intrinsic color of natural waters from digital images	Journal of Limnology and Oceanography-methods	<ul style="list-style-type: none"> • Web of Science 	(NOVOA; WERNAND; WOERD, 2015)

Fonte: Da autora (2016).

A partir dessas informações, foram realizadas ponderações com relação aos dados de publicação. Mediante aos artigos científicos obtidos na RSL, verifica-se que o primeiro trabalho relacionado ao tema data de 2008, ano em que as lojas virtuais *App Store iOS* e *Android Market* foram fundadas. Nos três anos seguintes, 2009, 2010 e 2011, não houve nenhum artigo publicado. No entanto, a partir de 2012, verifica-se um crescimento expressivo no número de publicações. Em 2015, por exemplo, 20 trabalhos foram publicados (Figura 3).

Figura 3 - Quantidade de artigos publicados, referentes à água e aplicativos móveis, por ano.



Fonte: Do autor (2016).

Dentre os trabalhos identificados nesta RSL, destacam-se os publicados em jornais e eventos. Observa-se na Figura 3 que 16 artigos foram publicados em eventos e 18 publicados em jornais (periódicos). O primeiro artigo identificado foi publicado na *International Conference on Information & Communication Technologies: from Theory to Applications*, em 2008. Já o artigo mais recente, de 2016, foi publicado no *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Analisando o Quadro 5, na coluna Eventos/Jornais, verifica-se que os artigos que relacionam aplicativos móveis e água foram publicados em diferentes áreas do conhecimento. Tal fato é justificado por se

tratarem de dois temas amplos, sendo objeto de estudo em diversos campos do saber.

Após essa breve introdução dos artigos, apresenta-se a avaliação crítica, dando continuidade aos estágios do processo de construção da revisão.

4.1.2 Avaliação crítica

A avaliação crítica tem relação direta com a etapa de avaliação da qualidade do estudo, estabelecida pelo protocolo. A avaliação de qualidade baseou-se em critérios de relevância e confiabilidade do artigo.

Com base na relevância do artigo. Todos os trabalhos selecionados para compor a RSL, obrigatoriamente, abordaram um ou mais aplicativos para dispositivos móveis relacionados ao tema água. Essa abordagem foi classificada de acordo com o propósito do estudo em relação ao aplicativo, originando as categorias definidas no Quadro 6:

Quadro 6 - Definição de categorias quanto ao propósito do artigo em relação ao aplicativo.

Propósito	Definição
Desenvolvimento (D)	Relata o desenvolvimento de um aplicativo pelo autor
Prototipação (DP)	Apresenta a primeira versão de um aplicativo, desenvolvido pelo autor
Em desenvolvimento (ED)	Descreve a modelagem de um aplicativo que está em fase de desenvolvimento pelo autor
Menção (M)	Menciona o aplicativo desenvolvido por terceiros, sem utilizá-lo ou detalhá-lo
Apresentação (A)	Apresenta detalhadamente um aplicativo desenvolvido por terceiros
Utilização (U)	Utiliza um aplicativo desenvolvido por terceiros, sem detalhá-lo

Fonte: Da autora (2016).

A leitura do texto completo dos 34 artigos selecionados na RSL possibilitou observar (Quadro 7) que 70,5% (24 de 34) dos artigos focalizaram o desenvolvimento de um aplicativo, sendo que desses, 8,8% (3 de 34) (AHMIDA; NORWAWI, 2008; BISHOP, 2015; REIN; CHAMPANIS; RIVETT, 2013)

desenvolveram um protótipo. Entende-se como protótipo uma versão incipiente do aplicativo (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, 1990). Em 11,7% (4 de 34) dos artigos (BUSCH et al., 2016; COOPER; SWAN; TOWNEND, 2014; GALEAZZO et al., 2015; GARABA et al., 2015; NOVOA; WERNAND; WOERD, 2015) os autores apenas mencionaram aplicativos desenvolvidos por terceiro, não fazendo uso dos mesmos. Em 5,9% (2 de 34) artigos (KOTOVIRTA et al., 2015; STEFANOVIC et al., 2015), os autores apresentam detalhadamente aplicativos existentes, também desenvolvidos por terceiros. Em 5,9% (2 de 34) dos artigos (POLADIA; FAKATKAR; RATHOD, 2015; KWON et al., 2015), os aplicativos de terceiros foram apenas utilizados no trabalho, sem detalhamento. Em um artigo (GOMES et al., 2013) o aplicativo encontra-se em fase de desenvolvimento. E, por fim, um artigo (VELLIDIS et al., 2015) relata o desenvolvimento de um aplicativo e faz menção a outros.

Quanto à avaliação de qualidade por confiabilidade, baseou-se na validação do aplicativo desenvolvido. O conceito de validação deve ser compreendido como a verificação da qualidade do aplicativo, no contexto do trabalho, sempre que esta informação estiver disponível.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 7, é possível observar que 44% (15 de 34) dos artigos não especificaram como os aplicativos cumpriram com os objetivos do artigo e em 56% (19 de 34) dos casos os aplicativos foram validados mediante a aplicação de métodos, como estudo de caso, teste de acurácia, pesquisa de campo, experimentação, comparação, entre outros.

Retornando ao processo de condução da RSL, os próximos estágios compreendem a extração de dados e a síntese dos dados. Todavia, visando à fluidez na apresentação dos resultados, esses foram agrupados no próximo tópico.

Quadro 7 - Avaliação crítica de qualidade, baseada na relevância e confiabilidade do artigo

ID	Propósito*	Validação		ID	Propósito*	Validação	
		Validou	Método utilizado			Validou	Método utilizado
1	DP	Sim	Pesquisa de campo	18	D	Não	(Descrição)
2	D	Sim	Estudo de caso	19	M	Não	-
3	D	Sim	Comparação de resultados	20	D	Sim	Experimentação
4	D e M	Sim	Comparação de resultados	21	DP	Sim	Estudo de caso
5	D	Não	(Interface)	22	D	Sim	Experimentação
6	A	Sim	<i>Citizen Science</i>	23	M	Não	-
7	D	Sim	Experimentação	24	U	Não	-
8	D	Sim	Estudo de caso	25	U	Não	-
9	DP	Sim	Experimentação	26	M	Não	-
10	D	Sim	Teste de acurácia	27	D	Não	(Descrição)
11	D	Sim	Teste de acurácia	28	D	Não	(Descrição)
12	D	Sim	Testes	29	ED	Não	-
13	D	Sim	Estudo de caso	30	D	Não	(Descrição)
14	D	Sim	Comparação de resultados	31	M	Não	-
15	D	Sim	Experimentação	32	A	Não	(Descrição)
16	D	Não	(Descrição do app)	33	D	Sim	Testes
17	D	Sim	Testes	34	M	Não	-

* Propósito: D – Desenvolvimento; DP – Prototipação, ED - Em desenvolvimento; M – Menção; A – Apresentação; U - Utilização

Fonte: Da autora (2016).

4.1.3 Extração e síntese dos dados

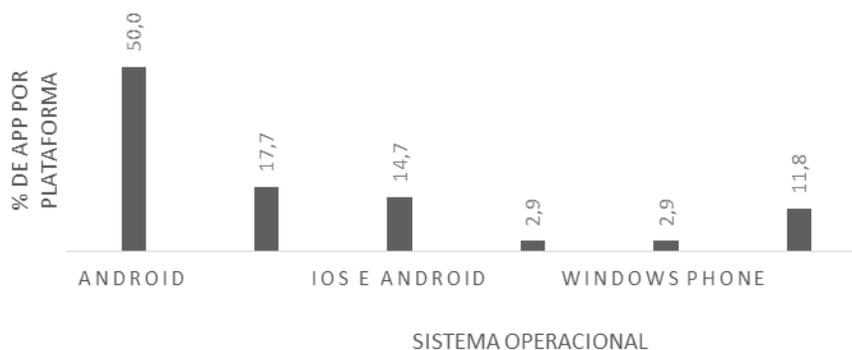
Inicia-se a síntese dos dados com a discussão de algumas características que se relacionam diretamente ao aplicativo móvel: tipo de dispositivo, sistema operacional, Internet, recursos tecnológicos necessários, data de criação e preço.

O tipo de dispositivo móvel citado pelo(s) autor(es) é um fator a ser considerado. Sabe-se que muitos aplicativos são compatíveis com *tablets* e *smartphones*. Porém, esta análise se fundamentou nas informações extraídas do artigo. Em 76,5% (26 de 34) dos artigos somente o *smartphone* é referenciado e em 23,5% (8 de 34) o autor menciona que o aplicativo é compatível com *tablets* e *smartphones* (Quadro 8). Tal fato é justificado em decorrência dos sistemas

operacionais que executam o aplicativo em ambos os dispositivos. Atualmente, os sistemas mais comuns como *Android* (Google), *iOS* (Apple) e *Windows Phone* (Microsoft) são disponibilizados tanto para *smartphone* quanto para *tablets*, colaborando com a disseminação dos aplicativos móveis.

No que concerne aos sistemas operacionais, foi verificado que 50% (17 de 34) dos aplicativos móveis identificados foram desenvolvidos para a plataforma *Android*, ao passo que para a plataforma da *Apple* (*iOS*) foram 17% (6 de 34). Ademais, 14,70% dos aplicativos executam tanto em *Android* quanto em *iOS*; 2,94% (1 de 34) executam na plataforma da *Microsoft* (*Windows Phone*); 2,94% (1 de 34) executam na plataforma *Android*, *Windows Phone* e *iOS*; e, por fim, 11,76% (4 de 34) não informaram o sistema operacional. O Quadro 8 e a Figura 4 apresentam a síntese qualitativa e quantitativa dos resultados, respectivamente.

Figura 4 - Relação dos aplicativos relacionados ao tema água, por plataforma.



Fonte: Da autora (2016).

De acordo com a dependência do aplicativo ao acesso à Internet (Quadro 8), verifica-se que 56% (19 de 34) necessitam da Internet para perfeito funcionamento. Geralmente, a internet é requerida para viabilizar o acesso e compartilhamento de dados ou informações. Em 23,5% (8 de 34) as

funcionalidades do aplicativo não requerem acesso à internet. E, em 20,5% (7 de 34), os autores não forneceram informações suficientes sobre os aplicativos, dessa forma não foi possível verificá-los quanto ao uso da internet. É importante salientar que a internet é o meio mais utilizado para disponibilizar o aplicativo, sendo essencial para o *download* e atualização dos mesmos.

Outro aspecto tecnológico analisado foram os recursos tecnológicos exigidos por cada aplicativo (Quadro 8). Esta informação foi descrita em 32% (11 e 34) dos artigos analisados. Constata-se em 20,5% (7 de 34) dos artigos a necessidade de recursos adicionais dos dispositivos móveis. Dentre eles, 4 artigos destacam a necessidade de câmera e GPS para compartilhamento da posição geográfica e 3 artigos destacam somente a câmera como um recurso adicional. Os autores também descrevem a utilização de recursos extras pelo aplicativo, tais como sensor, radar e sonda, em 17,6% (6 de 34) dos artigos.

Perante essas informações, evidenciam-se a internet, os recursos tecnológicos, os sistemas operacionais e os tipos de dispositivos como potenciais modificadores de efeito, ou seja, como variáveis que podem influenciar o resultado da relação entre aplicativo móvel e água.

Em referência à data de criação do aplicativo (Quadro 3), nota-se que muitos autores não a disponibiliza. Dentre as viabilizadas, pode-se observar que o primeiro aplicativo, nomeado *Southwest Plant Selector*, foi desenvolvido em 2012 (SUTHERIN; LOMBARD; HILAIRE, 2013). O objetivo primordial do aplicativo é auxiliar interessados em jardinagem, disponibilizando uma lista de plantas e, para cada uma delas, exibir fotos, descrição, doenças, pragas e a quantidade de água exigida, conforme a região de interesse.

Em relação ao preço, verifica-se que apenas 4 de 34 artigos (BARTLETT et al., 2012; CHAMPANIS; RIVETT, 2012; MIGLIACCIO et al., 2015; VELLIDIS et al., 2015) informaram ser gratuitos (Quadro 8).

Quadro 8 - Sumarização das características relacionadas aos aplicativos móveis identificados na RSL

ID	Nome do App	Propósito	Dispositivo Móvel (S) Smartphone (T) Tablet	Sistema Operacional	Internet	Recursos exigidos do dispositivo e [adicional]	Preço / Data de criação (NI) Não Informado
1	Drop-Drop	DP	S	Android	Não	-	NI/NI
2	Water Quality Reporter	D	S	Android	Sim	-	Gratuito / NI
3	-	D	S e T	Android	Não	-	NI/NI
4	Cotton App -> Citrus, Strawberry, and Urban Turf apps	D e M	S	iOS e Android	Sim	-	Gratuito / 2014
5	W.I.S.E	D	S e T	iOS	Sim	-	Gratuito / NI
6	Algae Watch	A	S	-	Sim	-	NI/NI
7	Flood Finder	D	S	-	Sim	Câmera e GPS	NI/NI
8	E2ALGAE	D	S	Android	Não	-	NI/NI
9	-	DP	S	-	Sim	-	NI/NI
10	-	D	S	Android	Não	Câmera e GPS	NI/NI
11	-	D	S	Android	Não	Câmera e [YSI Sonde]	NI/NI
12	-	D	S e T	Android	Não	[Ground Penetrating Radar]	NI/NI
13	DSW's mobile	D	S	Android	Sim	-	NI / 2014
14	Turf App	D	S	iOS e Android	Sim	-	Gratuito / 2014
15	Irrigation Sensor	D	S	Android	Sim	Câmera e [Irrigation Sensor]	NI/NI

Quadro 8. conclusão.

16	-	D	S	iOS	Sim	-	NI/NI
17	-	D	S e T	Android	Não	-	NI/NI
18	AEGIS App	D	S	Windows Phone	Sim	-	NI/NI
19	EyeOnWater	M	S	Android	-	Câmera	NI/NI
20	-	D	S	Android	Sim	-	NI/NI
21	What's here?	DP	S e T	iOS	Sim	-	NI/NI
22	Sentinel Reports	D	S e T	iOS	Sim	Câmera e GPS	NI/NI
23	Acqua Report	M	S	Android	-	-	NI/NI
24	MATLAB Mobile*	U	S	Android	-	-	NI/NI
25	iPhone Relax Melodies	U	S	iOS	-	-	NI/NI
26	HydroColor e Secchi Apps	M	S	iOS e Android	-	Câmera e GPS	NI/NI
27	ENE-FARM App	D	S	iOS e Android	Sim	[ENE-FARM Equipament]	NI/NI
28	Rain Garden App	D	S	iOS e Android	Não	-	NI/NI
29	-	ED	S	iOS, Android e Windows Phone	Sim	[Sensor]	NI/NI
30	Southwest Plant Selector	D	S e T	iOS	Sim	-	NI / 2012
31	FLOW	M	S	Android	-	-	NI/NI
32	mSelar	A	S e T	-	Sim	[Sensor]	NI/NI
33	-	D	S	Android	Sim	-	NI/NI
34	EyeOnWater	M	S	Android	-	-	NI/NI

Fonte: Da autora (2016).

De maneira a facilitar a compreensão, os aplicativos abordados, como foco principal, pelos 34 artigos selecionados foram categorizados. A definição da categoria se baseou na utilidade do aplicativo, sob o contexto dos recursos hídricos. O Quadro 9 exhibe as definições propostas para cada uma das quatro categorias criadas.

Quadro 9 - Definição de categorias quanto a utilidade do aplicativo.

Categoria	Definição
Educativo	Aplicativos que concernem à educação em relação ao tema água
Entretenimento	Aplicativos com ação ou efeito de entreter, divertir ou distrair
Informativo	Aplicativos com caráter informativo, destinado ao público em geral. Não há a necessidade de conhecimento técnico para executá-lo.
Técnico	Aplicativos que exigem conhecimento ou treinamento prévio a respeito da temática abordada

Fonte: Da autora (2016).

Assim como afirmado por Handal et al. (2013) em seu trabalho, as categorias aqui propostas não são mutuamente exclusivas e muitas vezes se sobrepõem em várias dimensões. Por exemplo, o aplicativo *Rain Garden App* destina-se a informar, educar e auxiliar profissionais da área de paisagismo. Todavia, seu foco principal, a qualidade da água, alinha-se à categoria Técnico, por exigir conhecimento específico.

O Quadro 10 apresenta um conjunto de informações relativas ao aplicativo, incluindo além da Categoria, a Finalidade e o Destinação. Ademais, o conceito de *Citizen Science*, como um indicativo de participação popular.

Entende-se por Finalidade, a área de aplicação do *app*. Sendo o emprego definido em: orientação, gestão, qualidade da água, irrigação, dentre outros. A Destinação pode ser considerada uma subclassificação da Finalidade, descrevendo o aplicativo sob a perspectiva do uso com um fim específico, ou seja, a utilidade do aplicativo. O conceito de *Citizen Science* será abordado adiante.

Quadro 10 - Caracterização dos aplicativos identificados

ID	Citizen Science	Categoria	Finalidade	Destinação
1	Não	Educativo	Orientações	Orientações às famílias de baixa renda para compreensão do consumo diário de água.
2	Não	Técnico	Qualidade da Água	Coleta de dados referente a qualidade da água.
3	Não	Técnico	Irrigação	Acompanhamento na mudança da demanda de água
4	Não	Técnico	Irrigação	Manejo e monitoramento de irrigação do algodão
5	Não	Técnico	Irrigação	Manejo e monitoramento da irrigação.
6	Sim	Técnico	Qualidade da Água	Monitoramento da qualidade da água em áreas de difícil acesso
7	Sim	Informativo	Orientações	Prevenção de desastres por meio do monitoramento do nível da água.
8	Não	Educativo	Qualidade da Água	Simulação em sala de aula e monitoramento no local.
9	Não	Técnico	Gestão	Monitoramento e controle do nível de barragens.
10	Não	Técnico	Medição de vazão	Medição da vazão de rios, córregos e canais de irrigação.
11	Não	Técnico	Qualidade da Água	Obtenção e organização de dados referentes a qualidade da água fornecido pela sonda YSI Sonda.
12	Não	Técnico	Controle de infiltração	Prevenção de danos causados pela infiltração de água nas camadas inferiores de rodovias.
13	Não	Informativo	Coleta de dados	Coleta de dados (<i>survey</i>) relacionados a distribuidores de água.
14	Não	Técnico	Irrigação	Manejo e monitoramento de irrigação de gramas.
15	Não	Técnico	Irrigação	Obtenção do teor de umidade do solo nas proximidades das raízes da cultura.
16	Não	Informativo	Alertas de desastres	Prevenção de acidentes com alertas de desastres e informações de refúgio, caso tenha emergência.
17	Não	Técnico	Gestão	Gestão de bacias hidrográficas no próprio campo.
18	Não	Informativo	Orientações	Orientações para controle de incêndio fornecendo um mapeamento de pontos de água.

Quadro 10 - conclusão.

19	Sim	Técnico	Qualidade da Água	Monitoramento da qualidade da água.
20	Não	Técnico	Qualidade da Água	Monitoramento e análise da qualidade da água.
21	Não	Informativo	Turismo	Orientações e descrições de paisagens para turistas.
22	Não	Técnico	Qualidade da Água	Controle, monitoramento e mapeamento da qualidade da água em grande escala.
23	Sim	Técnico	Qualidade da Água	Avaliação rápida da qualidade da água.
24	Não	Técnico	Qualidade da Água	Monitoramento da qualidade da água identificando colônias de bactérias em áreas remotas.
25	Não	Entretenimento	Entretenimento	Relaxamento (sons de água) como benefícios para saúde.
26	Sim	Técnico	Qualidade da Água	Monitoramento da qualidade da água.
27	Não	Informativo	Controle Residencial	Controle e monitoramento do uso da água em residências no Japão.
28	Não	Técnico	Qualidade da Água	Orientações gerais sobre jardins, principalmente a qualidade da água.
29	Não	Técnico	Gestão	Visualização de dados dos sensores e acesso a informação para gerenciamento dos recursos hídricos.
30	Não	Informativo	Orientações	Orientações precisas a respeito de plantas e recomendações de rega.
31	Não	Técnico	Distribuição da água	Monitoramento de projetos relacionados a qualidade da água e saneamento.
32	Não	Técnico	Gestão	Coleta de dados para a gestão dos recursos hídricos.
33	Não	Técnico	Qualidade da Água	Monitoramento da qualidade da água.
34	Sim	Técnico	Qualidade da Água	Avaliação da qualidade da água.

Fonte: Da autora (2016).

Com relação às categorias, observa-se que 24 estudos possuem caráter técnico. Dentre eles, destacam-se: Bartlett et al. (2012), Jaguey et al. (2015), Migliaccio et al. (2015), Sesma et al. (2015) e Vellidis et al. (2015) cujos artigos estão relacionados a irrigação; os artigos de Busch et al. (2016), Champanis e Rivett (2012), Dhakal e Rahnemoonfar (2015), Dietz e Dickson (2013), Galeazzo et al. (2015), Garaba et al. (2015), Hossain et al. (2015), Ionel et al. (2015), Kotovirta et al. (2015), Novoa, Wernand e Woerd (2015), Poladia, Fakatkar e Rathod (2015) e Sicard et al. (2015) abordam a qualidade da água, sob os aspectos de coleta de dados, medição, mapeamento ou monitoramento; os trabalhos relacionados a gestão dos recursos hídricos, nível de barragem, delineamento de bacias, medições de vazão (AHMIDA; NORWAWI, 2008; GOMES et al., 2013; LUTHI; PHILIPPE; PENA-HARO, 2014; NOEL et al., 2013; STEFANOVIC et al., 2015); e, por fim, os estudos de Benedetto e Tedeschi (2015), que aborda a infiltração de água em rodovias pavimentadas e Cooper, Swan e Townend, (2014) que monitoram sistemas de distribuição de água (Quadro 10).

Com relação à Irrigação, foram encontrados 5 trabalhos. Em Sesma et al. (2015) foi desenvolvido um aplicativo, com foco em irrigação por gotejamento, por intermédio do qual o usuário pode acompanhar mudanças na demanda de água (espaçamento, cultura e necessidade de água), dentre outras ações. O aplicativo teve como objetivo proporcionar funcionalidade e facilidade para agricultores obterem a máxima eficiência na irrigação, efetuando o cálculo da irrigação de linhas laterais apropriadas para instalação.

Com motivações diferentes, mas também direcionado à irrigação, foi desenvolvido por Vellidis et al. (2015) um aplicativo móvel para o manejo da irrigação do algodão. Esse aplicativo detecta automaticamente o déficit hídrico na plantação de algodão e envia um alerta recomendando a irrigação. Assim, agricultores podem monitorar e controlar sua produção. Em Migliaccio et al.

(2015), os autores realizam uma abordagem semelhante ao apresentado em Vellidis et al. (2015), porém, os esforços foram direcionados para irrigação de gramados.

Os autores Bartlett et al. (2015) apresentam um aplicativo móvel que permite produtores agrícolas, gerentes de irrigação e cientistas, visualizarem rapidamente o déficit de umidade no solo, medições meteorológicas e a quantidade recomendada de água. Assim, é possível melhorar a eficiência da irrigação, mediante o uso racional dos recursos hídricos.

Também direcionado à irrigação, o trabalho de Jaguey et al. (2015) propõe um sensor agrícola automatizado de irrigação. O sensor utiliza um *smartphone* para capturar e processar imagens digitais do solo e as estimativas dos teores de água nas proximidades da zona da raiz da cultura. O sensor é confinado em uma câmara sob iluminação controlada e enterrado ao nível da raiz das plantas. O aplicativo móvel dispara a câmera que fotografa o solo através de uma janela de vidro antirreflexo, em uma escala de cinza, e estima a relação entre a área úmida e seca da imagem. Em seguida, caso haja a necessidade de irrigação, uma bomba de água é ativada automaticamente.

No que se refere à qualidade da água, foi possível observar que grande parte dos *softwares* se dedica a coletar, mensurar, avaliar e monitorar a qualidade da água. Na pesquisa de Champanis e Rivett (2012), por exemplo, foi desenvolvido o aplicativo *Water Quality Reporter* (WQR), para coletar e mensurar a qualidade da água em zonas rurais, com poucos recursos, em países subdesenvolvidos. Os pesquisadores Ionel et al. (2015) apresentam a concepção, implementação e teste de um *General Packet Radio Service* (GPRS) experimental, baseado em instrumentação virtual integrada, destinada à avaliação da qualidade da água. Hossain et al. (2015) propõem um aplicativo para *smartphone* capaz de medir o pH da água, e assim, mapear e avaliar a qualidade da água dinamicamente em torno de Sydney. O trabalho desenvolvido por

Novoa, Wernand e Woerd (2015) descreve um algoritmo capaz de mensurar a qualidade da água por meio de fotos capturadas por câmera de *smartphone* de baixo custo.

Outros trabalhos também investigam a qualidade da água por meio de fotos. Em Sicard et al. (2015), os autores desenvolveram um aplicativo para analisar a qualidade da água em grande escala. A qualidade da água é medida por meio de fotos retiradas por câmera de *smartphone*. As fotos e a posição geográfica são enviadas para um portal que mapeia e cria relatórios em tempo real. Os autores Busch et al. (2016) descrevem formas consistentes de mensurar a qualidade da água, por meio de fotos obtidas por câmera de *smartphones*, utilizando a escala de cores *Forel-Ule* (FUI). Esta mesma escala foi utilizada para avaliar a qualidade da água no trabalho desenvolvido por Garaba et al. (2015).

A utilização de imagens em estudos de qualidade da água é tema do trabalho de Poladia, Fakatkar e Rathod (2015), em que o aplicativo *MATLab mobile* foi utilizado para processar imagens e detectar, remotamente, colônias de bactérias em amostras de água. O estudo de Kotovirta et al. (2015) apresenta um aplicativo utilizado para mapear a qualidade da água, em áreas onde o sensoriamento remoto por satélites possui limitações, utilizando a ciência do cidadão (*citizen science*), que será especificada em breve.

Nota-se ainda, outros trabalhos, classificados na categoria técnico, que apresentam aplicativos móveis relacionados à qualidade da água como, por exemplo, Galeazzo et al. (2015) que desenvolveu um aplicativo objetivando a coleta e processamento de dados relacionados à qualidade da água. A coleta foi realizada por meio da aplicação de um questionário indagando ao usuário se, por exemplo, a água fornecida é suja ou com pressão insuficiente. Em Dhakal e Rahnemoonfar (2015), os autores desenvolveram um aplicativo para dispositivo móvel que ajuda pesquisadores na obtenção de dados da qualidade da água exibidos na sonda YSI. O dispositivo móvel é acoplado ao visor da sonda,

posteriormente, uma foto é retirada e, por meio de reconhecimento de padrão, o aplicativo extrai as informações referentes à qualidade da água. Assim, pesquisadores ganham tempo e evitam erros humanos ao automatizar o processo de obtenção dos valores. O estudo conduzido por Dietz e Dickson (2013) desenvolveu um aplicativo para auxiliar paisagistas, consultores e proprietários de casas de jardinagem na instalação de jardins tropicais. O aplicativo aborda temas como aproveitamento e qualidade da água e possui diversas ferramentas que auxiliam no dimensionamento de jardins, na avaliação do solo e seleção de plantas adequadas. Por fim, embora classificado como educativo, a pesquisa desenvolvida por Teh e Koh (2013), expõe, ainda que brevemente, a implementação de um modelo simplificado de simulação da qualidade da água, por intermédio de dispositivos móveis.

Um terceiro grupo de aplicativos técnicos, compostos por quatro estudos, tem a gestão como finalidade. Em 2008, Ahmida e Norwawi desenvolveram um aplicativo móvel (protótipo) para auxiliar técnicos a decidirem quando as comportas de uma represa devem ser fechadas ou abertas para liberar o excesso de água, a fim de manter um nível aceitável. Com esse aplicativo, o técnico fornece os dados e obtém recomendações precisas. Outro *software* integrado a um sistema de informação *web* destinado a monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos foi desenvolvido por Stefanovic et al. (2015), possibilitando ao usuário receber notificações e informações que auxiliam na tomada de decisão. Em seu trabalho, Noel et al. (2013) apresentam um algoritmo que delinea as bacias hidrográficas ao longo do tempo, dada uma quantidade finita de representações de chuva. Posteriormente, um aplicativo móvel para *Android* implementou o algoritmo proposto, possibilitando a gestão de bacias hidrográficas no campo, o que antes não era possível. Concluindo, o estudo de Gomes et al. (2013) estava em fase de desenvolvimento de um

aplicativo móvel para acessar dados, em tempo real, de uma plataforma de gestão e análise de dados referente à condição dos recursos hídricos.

Complementando, três outros *softwares* compõem a categoria técnico, possuindo como finalidade a medição de vazão (LUTHI; PHILIPPE; PENAHARO, 2014), a distribuição de água (COOPER; SWAN; TOWNEND, 2014) e o controle de infiltração (BENEDETTO; TEDESCHI, 2015).

Além dos aplicativos técnicos, foram propostas três categorias, incluindo os caracteres Educativo, Informativo e de Entretenimento, totalizando dez artigos. Entre os educativos, destacam-se as pesquisas de Teh e Koh (2013), já mencionadas, sobre qualidade da água e de Rein, Champanis e Rivett (2013) cujo protótipo visa à disponibilização de informações para orientar uma comunidade de *Cape Town*, África do Sul, a interpretar do consumo diário de água.

O fornecimento de informações fundamenta a categoria Informativo que compreende estudos sobre jardinagem e rega (SUTHERIN; LOMBARD; HILAIRE, 2013), desastres causados pela água (CHANG; WU, 2014; PONGSIRIYAPORN et al., 2014), monitoramento e controle do consumo residencial (SUZUKI et al., 2014), descrições e imagens de locais, rios e lagos para turistas (BISHOP, 2015) e informações que mapeiam os pontos de água (hidrantes) para o combate a incêndio (ATHANASIS et al., 2015). Tem-se ainda, o estudo de Langat et al. (2013) que coleta dados relacionados a empresas distribuidoras de água.

Dentre esses estudos, destaca-se o aplicativo inovador desenvolvido por Athanasias et al. (2015) relacionado a gestão de incêndios. O *software* é uma ferramenta complementar para a versão baseada na Web e, dentre suas funcionalidades, fornece rotas até o foco de incêndio, acesso a dados meteorológicos e visualização de dados de gestão de incêndios, como fontes de água. Outro trabalho, proposto por Bishop (2015), apresenta um protótipo que disponibiliza recursos de áudio, imagens e dados relacionados a alterações

climáticas, à infraestrutura de energia renovável, mudança no uso da terra e aumento do nível do mar. Em Suzuki et al. (2014), os autores descrevem um aplicativo que permite aos usuários controlar e monitorar as unidades de banho, sistema de aquecimento de água e energia de sua residência.

Um único trabalho, desenvolvido por Kwon et al. (2015), foi classificado na categoria Entretenimento. Para a condução da pesquisa, foi utilizado um aplicativo móvel que disponibilizava sons de água durante o período que os pacientes estavam no banheiro. O objetivo foi investigar os efeitos do som da água corrente em pacientes com problemas de esvaziamento de bexiga.

Em resumo, todos os estudos foram mencionados em termos de categoria e finalidade. Portanto, para dar prosseguimento à caracterização, o conceito *Citizen Science* é apresentado.

Popularmente conhecido como Ciência Cidadã, o *Citizen Science* também é denominado *crowd science*, *crowd-sourced science*, *civic science*, *volunteer monitoring* ou *networked science*. Todos esses conceitos indicam a participação popular em pesquisas científicas. Segundo Malykhina (2013), os aplicativos móveis para *smartphones*, *tablets* e outros dispositivos podem transformar praticamente qualquer pessoa em um cientista. A matéria, veiculada na revista *Scientific American*, expõe que os *smartphones* podem automatizar a coleta de dados, incorporando importantes funções ao processo, tais como a captura de imagens, áudio e texto, por intermédio de uma única ferramenta que pode fornecer a data, hora e coordenadas geográficas associadas com uma observação. Acrescenta ainda que a popularidade da coleta de dados, por leigos, intermediada pela facilidade e conveniência dos dispositivos móveis, tem contribuído com comunidades dedicadas à ciência cidadã, como por exemplo, o *app Marine Debris Tracker*, que pode ser usado para encontrar e registrar detritos marinhos nas praias ou na água.

Sob esse prisma, dentre os artigos analisados, contatou-se o conceito de *Citizen Science* em seis trabalhos. Esse conceito vem sendo adotado por projetos relacionados ao monitoramento da qualidade da água (BUSCH et al., 2016; GALEAZZO et al., 2015; GARABA et al., 2015; NOVOA; WERNAND; WOERD, 2015), principalmente em áreas de difícil acesso (KOTOVIRTA et al., 2015) e ao monitoramento de desastres (PONGSIRIYAPORN et al., 2014). Sobre esse tema, Pongsiriyaporn et al. (2014) desenvolveram um aplicativo para monitorar inundações, baseando-se no processamento de imagem para calcular o nível da água. O usuário do aplicativo fotografa um objeto parcialmente submerso, compartilhando, junto ao envio da imagem, as informações referentes ao nível da água e localização geográfica. Um servidor recebe e disponibiliza o mapa da inundação e demais informações.

Embora algumas iniciativas não façam uso do conceito de Ciência Cidadã, elas são direcionadas para contribuir com a sociedade. O estudo de Rein, Champanis e Rivett (2013), por exemplo, explora o crescente uso das tecnologias móveis por família de baixa renda na África do Sul. Diante da dificuldade enfrentada por famílias de uma comunidade em interpretar e controlar a cota diária de água, foi desenvolvido um protótipo, intitulado DROP-DROP, cujo objetivo é fornecer orientações e educar as famílias para a compreensão do consumo diário de água, evitando a cobrança de taxas extras ao extrapolar os limites estabelecidos. Outra ferramenta utilizada na África do Sul, foi mencionada por Cooper, Swan e Townend (2014) e visa melhorar o monitoramento de projetos relacionados à água e saneamento. Neste artigo os autores citam o aplicativo FLOW que destaca o estado de funcionamento de uma fonte de água, por exemplo, se uma bomba de água está funcionando ou quebrada.

Para Langat et al. (2013) o desafio foi criar um aplicativo móvel para realizar levantamento de dados relacionados à qualidade dos serviços dos distribuidores de água em comunidades do Quênia e Uganda.

A extração e síntese dos dados baseou-se na caracterização dos aplicativos quanto ao propósito, tipo de dispositivo, sistema operacional, tecnologia requerida, preço, data de criação, categoria de uso, finalidade e *citizen science*.

4.1.4 Discussão da RSL

Esta seção analisa, a partir dos resultados encontrados, a evolução das publicações ao longo dos últimos anos, as vantagens da utilização de aplicativos para dispositivos móveis e sua relação com o conceito de ciência cidadã para os estudos selecionados.

Com relação às publicações, foi possível observar que a quantidade de estudos abordando aplicativo para dispositivo móvel entre os anos de 2008 e 2012 foi pouco expressiva. Entretanto, a partir de 2013, foi possível constatar um crescimento significativo. Em 2015, por exemplo, foram publicados 20 artigos científicos relacionando aplicativos móveis com a temática água. Considerando a relevância do tema água e a expansão do mercado de aplicativos móveis, pode-se afirmar que a convergência entre os temas ainda é pouco explorada. Cabe ressaltar que nenhum filtro relativo à data foi aplicado durante as buscas.

As vantagens quanto à destinação dos aplicativos móveis são evidentes e as possibilidades são inimagináveis. Dentre as principais vantagens identificadas pela análise dos 34 artigos, destacam-se: o baixo custo (CHAMPANIS; RIVETT, 2012); o compartilhamento e acesso a dados em tempo real (GOMES et al., 2013; PONGSIRIYAPORN et al., 2014); a prevenção de desastres, danos e acidentes

(BENEDETTO; TEDESCHI, 2015; CHANG; WU, 2015; PONGSIRIYAPORN et al., 2014); a economia de água (MIGLIACCIO et al., 2015); a mobilidade (IONEL et al., 2015); e a precisão dos resultados (HOSSAIN et al., 2015). Além de contribuir com o monitoramento (AHMIDA; NORWAWI, 2008); controle (SUZUKI et al., 2014); mapeamento (SICARD et al., 2015); cálculo (LUTHI; PHILIPPE; PENA-HARO, 2014) e simulação (TEH; KOH, 2013).

Novas possibilidades de desenvolvimento de aplicativos podem ser exploradas quando houver a combinação entre componentes externos e dispositivo móvel. Em seu trabalho, os autores Benedetto e Tedeschi (2015) introduzem um *app* capaz de monitorar o teor de umidade nas camadas estruturais de rodovias pavimentadas, por meio da análise de imagens do *Ground Penetrating Radar* (GPR). Neste caso, o aplicativo intermedia a relação entre o dispositivo móvel e o GPR.

Além de atuar como um mediador, o aplicativo móvel também pode ser integrado a serviços já existentes. Exemplificando, Chang e Wu (2015) relatam o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis objetivando alertar a população em caso de desastres causados por excesso de chuvas ou deslizamento. O aplicativo é integrado com centrais de alerta. Dessa forma, o público em geral pode receber informações instantâneas sobre desastres, locais de abrigos em caso de evacuação, condições climáticas e alertas de fluxo de detritos. Além disso, a função de posicionamento e navegação deste aplicativo pode fornecer rotas aos usuários, para o refúgio mais próximo em caso de emergência. Portanto, observa-se que as possibilidades são incalculáveis.

Sobre a associação entre o aplicativo móvel e o conceito de *Citizen Science*, é possível afirmar que está sendo adotada em projetos relacionados ao mapeamento e qualidade da água. A dispersão dos dispositivos móveis e melhoria dos serviços de internet sem fio oferecem aos usuários, em todo o mundo, a capacidade de agirem como “sensores remotos” para todos os tipos de

dados, conforme eles vivenciam suas rotinas diárias (MALYKHINA, 2013). Com isso, tem-se um aumento no número de dados coletados e conseqüentemente, a melhoria na eficiência da precisão dos resultados, redução de gastos com viagens e o mapeamento e monitoramento de ambientes que antes não eram alcançados por equipes de pesquisadores. Todas essas benesses podem ser vislumbradas com a expansão dos aplicativos e dispositivos móveis.

É importante ressaltar que, nem sempre, os aplicativos móveis são concorrentes de *software* baseados em *desktop*. Muitas vezes, sua função é complementar. É preciso considerar que a capacidade de processamento e recursos de memória dos *smartphones* e *tablets* ainda são limitados, quando comparados aos *desktops*.

4.1.5 Limitações da RSL

A revisão foi conduzida de acordo com os preceitos estabelecidos no protocolo, que visa direcionar os pesquisadores minimizando o viés e tornando o processo credível. Todavia, existem fatores externos e internos que não podem ser controlados ou previstos. Dessa forma, esta seção busca explicitar os fatores que cercearam a Revisão Sistemática da Literatura apresentada.

Sabe-se que o processo de busca é influenciado pela *string* e pela base de dados selecionadas. Com relação à *string* de busca adotada, acredita-se que esta respondeu a questão de pesquisa, mediante a obtenção de um resultado satisfatório. Porém, considerando a amplitude da temática abordada, o conjunto de termos empregados na composição da *string* é passível de mudança. Em relação às bases de dados, foram consideradas para a revisão as mais relevantes, incluindo a maior biblioteca virtual da atualidade (*Scopus*). Contudo, tais bibliotecas ainda apresentam limitações quanto ao processo de busca, como por exemplo, a ausência de filtros e a inconsistência nos resultados retornados.

Outro fator a ser mencionado refere-se à qualidade dos estudos. Como a seleção na Etapa 1 primou pela análise do *Título, Resumo e Palavras-chave*, artigos completos podem ter sido excluídos devido a redações deficitárias.

No tocante à avaliação da qualidade dos estudos selecionados, adotou-se, como critério de confiabilidade, a validação do aplicativo. Verificou-se que muitos artigos não apresentaram a descrição dos métodos de validação, apesar de mencionar que esta foi executada. Uma vez que o artigo não apresenta essa informação, não é possível legitimar a qualidade do aplicativo. Entende-se que, para um artigo cujo propósito foi apenas mencionar um aplicativo, não há a preocupação em atestar sua qualidade. Porém, aqueles cujo propósito se destinava ao desenvolvimento, utilização ou apresentação detalhada de um aplicativo, a validação deveria ser prezada. Assim, considera-se uma limitação deste trabalho.

4.2 Levantamento *web*

O levantamento *web* foi realizado com base nos processos descritos na Seção 3.2. Após definição da pergunta, seleção das palavras-chave, seleção da loja virtual de aplicativos e definição dos critérios de inclusão e exclusão de aplicativos, procedeu-se a busca na loja virtual selecionada.

4.2.1 Busca e seleção dos aplicativos

A busca na loja *Google Play Store* foi realizada no período de 02 de novembro de 2015 a 21 de fevereiro de 2016. A pesquisa teve por objetivo identificar aplicativos relacionados ao tema água por intermédio de palavras-chave previamente definidas.

O processo de busca, efetuado em *notebook*, foi automatizado com a utilização da biblioteca *Google Play scraper*, disponível na internet. Primeiramente, o termo de busca foi inserido na biblioteca que acessava o site *Google Play Store*, pesquisando e extraíndo as informações referentes a cada aplicativo móvel, relacionado à palavra-chave, disponibilizado pela loja. O *Google Play Store* limita os resultados em 250 aplicativos, sendo esse o valor máximo obtido durante uma busca. Foram extraídas da biblioteca utilizada as seguintes informações sobre cada um dos aplicativos retornados: nome, valores mínimo e máximo de *download*, avaliação por estrelas, desenvolvedor, data da última atualização, versão do aplicativo, tamanho, classificação etária, categoria e preço. No entanto, a forma como essas informações estavam organizadas dificultava o processo de extração de dados. Por essa razão, um programa foi criado com o objetivo de tabular os dados, que posteriormente foram importados para uma planilha do *Microsoft Excel*.

Com os resultados tabulados, a próxima etapa consistiu na conferência dos dados mediante a busca manual na loja virtual. O propósito da conferência foi assegurar a validade dos resultados obtidos pelo *scraper*. Para evitar interferências, uma nova conta *Google* foi criada, não sendo vinculada a nenhum tipo de dispositivo móvel. As buscas manuais, realizadas no repositório virtual, foram conectadas a essa conta e utilizaram o recurso janela anônima do *Google Chrome*. A partir da comparação dos resultados, algumas divergências foram observadas. Dessa forma, optou-se por considerar os resultados obtidos pela busca manual. Aplicativos em comum foram mantidos, aplicativos encontrados apenas pelo *scraper* foram eliminados e aplicativos retornados apenas pela busca manual foram adicionados à planilha. Assim, os dados foram coletados e conferidos.

Tabela 3 - Resultados obtidos pela busca realizada no *Google Play Store*, para cada termo pesquisado.

#	Termo Pesquisado	Quantidade Retornado	Irrelevantes	Total	#	Termo Pesquisado	Quantidade Retornado	Irrelevantes	Total
1	Açude	18	8	10	67	"Lâmina de água"	19	7	12
2	Água	250	24	226	68	"Leito de rio"	3	2	1
3	"Água bruta"	4	1	3	69	"Lençol freático"	8	5	3
4	"Água de reuso"	2	0	2	70	Limnígrafo	0	0	0
5	"Água mineral"	137	76	61	71	Limnómetro	0	0	0
6	"Água poluída"	12	3	9	72	Limnologia	8	3	5
7	"Água potável"	250	135	115	73	Macrófita	0	0	0
8	"Água subterrânea"	34	12	22	74	Manancial	40	37	3
9	"Água tratada"	8	4	4	75	"Marco regulatório do uso das águas"	0	0	0
10	Aquicultura	87	27	60	76	"Mata ciliar"	3	2	1
11	Aquífero	3	0	3	77	Meandro	42	38	4
12	Autodepuração	0	0	0	78	"Mecânica dos fluidos"	82	5	77
13	"Bacia hidrográfica"	28	11	17	79	"Modelo hidrológico"	0	0	0
14	"Balanço hídrico"	24	12	12	80	"Montante"+água	215	187	28
15	"Balanço hidrológico"	0	0	0	81	"Nascente"+água	91	81	10
16	"Captação de água"	9	2	7	82	"Nível da água"	67	42	25
17	"Carta pluviométrica"	0	0	0	83	"Nível hidrostático"	0	0	0
18	Chuva	250	24	226	84	"Olho de água"	0	0	0
19	"Ciclo hidrológico"	9	1	8	85	"Outorga de água"	0	0	0
20	"Conservação da água"	39	12	27	86	"Padrão de consumo de água"	1	0	1
21	"Consumo de água"	250	56	194	87	"Padrão de potabilidade da água"	0	0	0

Tabela 3. continua.

22	"Corpo de água"	77	38	39	88	"Padrão de qualidade da água"	0	0	0
23	"Curso de água"	43	20	23	89	"Pegada Hídrica"	2	0	2
24	"Demanda bioquímica de oxigênio"	3	0	3	90	"Período de retorno"+água	9	9	0
25	"Demanda de água"	14	4	10	91	"Pico de cheia"	0	0	0
26	"Demanda química de oxigênio"	2	0	2	92	"Planície de inundação"	8	3	5
27	"Derivação de água"	0	0	0	93	Pluviógrafo	0	0	0
28	Dessedentação	0	0	0	94	Pluviômetro	15	4	11
29	"Disponibilidade Hídrica"	0	0	0	95	"Política de recursos hídricos"	1	0	1
30	"Divisor de águas"	72	65	7	96	"Precipitação"+água	161	54	107
31	"Drenagem de água"	5	3	2	97	"Público de água"	5	2	3
32	Eclusa	8	7	1	98	"Qualidade da água"	191	101	90
33	"Eficiência de irrigação"	0	0	0	99	"Recursos Hídricos"	148	53	95
34	Efluente	11	4	7	100	"Rede de drenagem"	1	1	0
35	Enchente	57	31	26	101	"Rede hidrográfica"	1	1	0
36	"Energia hidráulica"	16	1	15	102	"Rede hidrométrica"	0	0	0
37	"Energia hidroelétrica"	0	0	0	103	"Regime hidrológico"	0	0	0
38	"Escassez de água"	32	10	22	104	"Regularização de vazão"	0	0	0
39	Escoamento	106	82	24	105	"Reservatório de água"	19	9	10
40	"Estação de tratamento de água"	5	3	2	106	"Retirada de água"	0	0	0
41	Estiagem	2	1	1	107	"Reuso de água"	3	0	3
42	Eutrofização	4	4	0	108	"Reutilização da água"	2	0	2
43	Evaporação	98	40	58	109	"Rio"+ água	250	55	195

Tabela 3. conclusão.

44	Evapotranspiração	15	4	11	110	"Runoff"	47	38	9
45	Exutório	0	0	0	111	"Saneamento"+água	103	33	70
46	"Foz" + água	21	11	10	112	"Segurança hídrica"	0	0	0
47	"Gestão da água"	63	31	32	113	"Série de vazões"	0	0	0
48	"Gestão de Recursos Hídricos"	10	0	10	114	"Sistema de abastecimento de água"	8	5	3
49	"Gestão dos Recursos Hídricos"	4	2	2	115	"Sistema de Gerenciamento"+água	16	8	8
50	"Governança da água"	0	0	0	116	"Sustentabilidade"+água	90	34	56
51	"Gradiente hidráulico"	6	1	5	117	"Taxa de infiltração"	2	0	2
52	Hidrobiologia	1	0	1	118	"Teor de umidade"	25	11	14
53	Hidrodinâmica	17	8	9	119	"Transporte aquaviário"	2	0	2
54	Hidrogeologia	12	5	7	120	"Transposição de água"	0	0	0
55	Hidrograma	1	0	1	121	"Transposição de bacia"	0	0	0
56	Hidrologia	40	17	23	122	"Tratamento da água"	10	1	9
57	Hidrometeorologia	5	2	3	123	Turbidez	30	20	10
58	Hidrometria	1	0	1	124	"Uso dos recursos Hídricos"	0	0	0
59	Hidrostatica	51	22	29	125	"Uso múltiplo da água"	0	0	0
60	Hidrovia	51	33	18	126	"Usuário da água"	0	0	0
61	Infiltração	99	92	7	127	"Vazão"+água	80	19	61
62	"Intensidade da chuva"	26	11	15	128	"Volume morto"	0	0	0
63	"Inundação"+água	108	57	51	129	"Volume útil"+água	1	0	1
64	Irrigação	246	70	176	130	"Zona de aeração"	0	0	0
65	"Jusante"+água	105	70	35	131	"Zona de mistura"	1	1	0
66	Lago	250	100	150	132	"Zona de recarga"	2	2	0

Fonte: Da autora (2016).

Na Tabela 3 está apresentada a sumarização dos resultados obtidos após a busca realizada no *Google Play Store*, para cada termo pesquisado. Constatou-se que dentre os 132 termos de busca selecionados: 35 não obtiveram nenhum retorno, ou seja, não foram encontrados aplicativos relacionados; 6 termos não apresentaram aplicativos relevantes, ou seja, foram encontrados resultados, porém, devido aos critérios definidos, nenhum aplicativo foi considerado pertinente ao escopo da pesquisa; 6 termos atingiram o limite de 250 aplicativos disponibilizados pela busca no *Google Play Store*; e, 91 retornaram aplicativos considerados relevantes.

Cabe mencionar que apesar de serem utilizadas como sinônimos, as palavras-chave se diferem do termo de busca. A primeira representa um conceito extraído da Lista de Termos da ANA (ANA, 2015). Ao passo que a segunda, constitui uma expressão utilizada durante o processo de busca realizado pelo *scraper* e manualmente. O termo de busca pode ser entendido como uma *string*. As aspas foram utilizadas em palavras-chave que possuíam mais de uma palavra, para indicar a busca exata do conjunto. Em casos de palavras-chave com significação ampla, como por exemplo, “Sistema de Gerenciamento”, adicionou-se a palavra “água” ao termo de busca, com o objetivo de convergir a palavra-chave ao tema água, direcionando a pesquisa para obtenção de resultados mais expressivos.

Para as palavras “*autodepuração*”, “*Balanço hidrológico*”, “*Carta pluviométrica*”, “*Derivação de água*”, “*Dessedentação*”, “*Disponibilidade Hídrica*”, “*Eficiência de irrigação*”, “*Energia hidroelétrica*”, “*Exutório*”, “*Governança da água*”, “*Limnígrafo*”, “*Limnímetro*”, “*Macrófita*”, “*Marco regulatório do uso das águas*”, “*Modelo hidrológico*”, “*Nível hidrostático*”, “*Olho de água*”, “*Outorga de água*”, “*Padrão de potabilidade da água*”, “*Padrão de qualidade da água*”, “*Pico de cheia*”, “*Pluviógrafo*”, “*Rede hidrométrica*”, “*Regime hidrológico*”, “*Regularização de vazão*”, “*Retirada de água*”, “*Segurança*”

hídrica", "Série de vazões", "Transposição de água", "Transposição de bacia", "Uso dos recursos Hídricos", "Uso múltiplo da água", "Usuário da água", "Volume morto", "Zona de aeração" não foram encontrados aplicativos durante a busca no *Google Play Store*.

No tocante às palavras *Eutrofização*, "Período de retorno", "Rede de drenagem", "Rede hidrográfica", "Zona de mistura" e "Zona de recarga" nenhum aplicativo foi considerado, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão propostos.

Em relação às palavras *Água*, "Água potável", *Chuva*, "Consumo de água", *Lago*" e "Rio" o limite de 250 aplicativos disponibilizados para visualização pelo *Google Play Store* foi atingido.

Considerando todos os aplicativos identificados pela busca executada com cada termo selecionado, foram encontrados 4.913 aplicativos. Esse número corresponde a aproximadamente 0,2% do total dos aplicativos disponibilizados pela loja *Google Play Store*, que atualmente está estimado em 2.085.791 (APPBRAIN, 2016b).

Contudo, esse montante representa o valor bruto retornado. Então, com o intuito de selecionar apenas aplicativos relevantes à questão de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão foram aplicados.

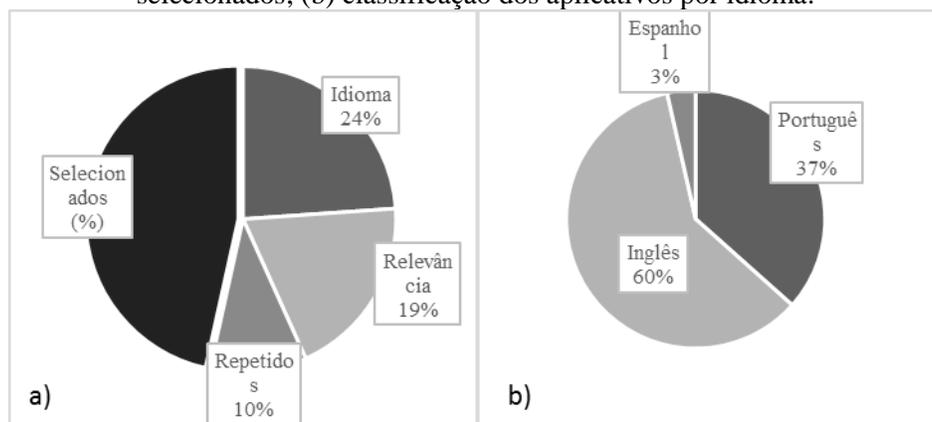
Em relação ao idioma, os aplicativos foram selecionados com base no idioma padrão da descrição, sendo o inglês, português e espanhol considerados. Ao buscar por um aplicativo cuja descrição distinguiu-se do idioma português (idioma definido como padrão pelo sistema operacional do *notebook*), um serviço de tradução automática era disponibilizado pela *Google Play Store*. Na parte superior da página, uma notificação indicava a possibilidade de tradução da descrição para o idioma de preferência. Esta opção foi utilizada para descrições em inglês e espanhol, o que possibilitou conferir a presença ou ausência da palavra-chave.

A descrição do aplicativo também foi utilizada na avaliação quanto à relevância. Os aplicativos retornados que não correspondiam à temática do estudo foram descartados, bem como as duplicatas.

Assim, perante o total de aplicativos identificados, 24% (1.176 de 4.913) foram descartados, pois o idioma padrão da descrição diferia do inglês, português ou espanhol (Figura 5 (b)); 19% (954 de 4.913) foram considerados irrelevantes, uma vez que não correspondiam a temática; 10% (501 de 4.913) dos aplicativos foram considerados repetidos, uma vez que retornaram em mais de uma palavra chave; e, por fim, 47% (2.282 de 4.193) foram considerados relevantes. A Figura 5 (a) especifica esses resultados.

Em relação ao idioma, verificou-se que dentre os 2.282 aplicativos relevantes, 60% (1.366 de 2.282) apresentaram suas descrições em inglês; 37% (835 de 2.282) apresentaram o idioma em português; e 3% (81 de 2.282) dos aplicativos apresentaram descrições em espanhol.

Figura 5 - (a) aplicativos relevantes, repetidos, idioma e total de *apps* selecionados; (b) classificação dos aplicativos por idioma.



Fonte: Da autora (2016).

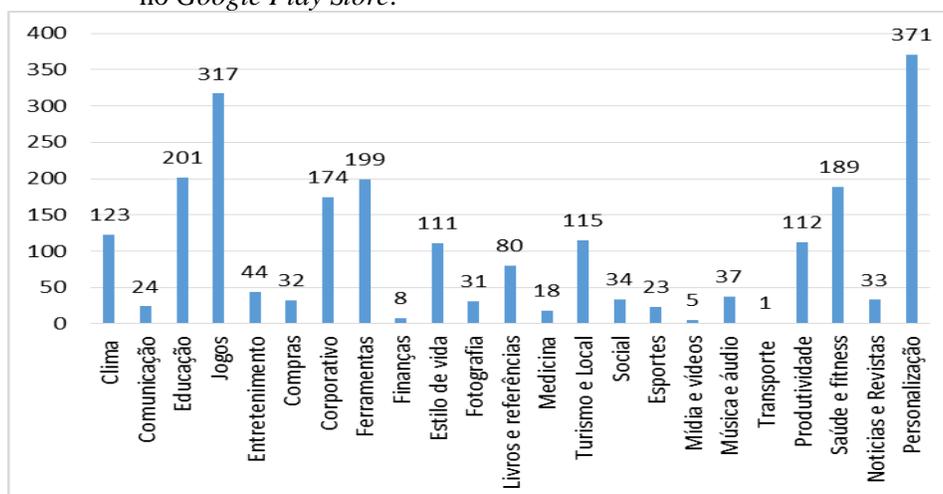
4.2.2 Categorização segundo o *Google Play*

Os aplicativos disponibilizados pelo *Google Play Store* são agrupados em 25 categorias distintas que abrangem diversos tópicos, como: jogos, educação, finanças, entretenimento, produtividade, ferramentas, dentre outras (GOOGLE, 2016a). O desenvolvedor do aplicativo é o responsável por definir em qual categoria seu aplicativo será classificado. Com base nas categorias propostas pelo *Google Play*, verifica-se que os 2.282 aplicativos relacionados ao tema água estão distribuídos em 23 categorias. A categoria mais representativa foi Personalização, com 16,5% (371 de 2.282) dos aplicativos identificados, seguida pelas categorias Jogos e Educação, com 13,9% (317 de 2.282) e 8,8% (201 de 2.282), respectivamente. A categoria menos representativa foi Transporte, com apenas 0,04% (1 de 2.282) dos aplicativos. Os demais aplicativos foram agrupados nas categorias Clima, Comunicação, Entretenimento, Compras, Corporativo, Ferramentas, Finanças, Estilo de Vida, Fotografias, Livros e referências, Medicina, Turismo e local, Social, Esportes, Mídia e vídeos, Música e Áudio, Produtividade, Saúde e Fitness, e, Notícias e Revistas (Figura 6).

Além da especificação por categorias, análises relacionadas ao número de *download*, avaliação por estrelas, média da avaliação por estrelas, preço e relação *download*-estrelas-preço foram conduzidas.

No caso do número de *downloads*, foi possível observar que a loja *Google Play Store* não disponibiliza a quantidade exata de instalações realizadas, por aplicativo. No entanto, é disponibilizado o intervalo de *downloads*, que permite apontar os aplicativos mais populares. O número de *downloads* de um aplicativo pode ser considerado um indicador de popularidade (PETSAS et al., 2013), uma vez que indica quantas pessoas instalaram e possivelmente utilizaram o aplicativo disponibilizado.

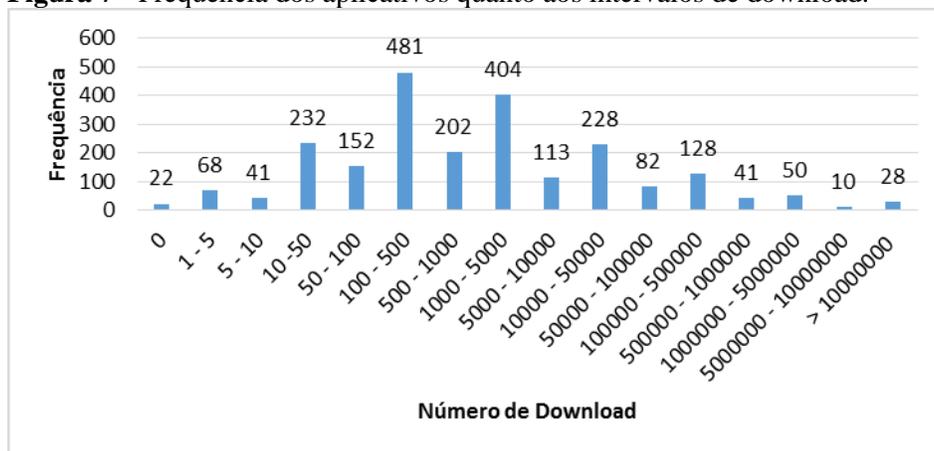
Figura 6 - Frequência dos aplicativos quanto as categorias propostas disponíveis no *Google Play Store*.



Fonte: Da autora (2016).

Analisando a Figura 7 observa-se que 21,1% (481 de 2.282) dos aplicativos relacionados ao tema água possuem entre 100 a 500 *downloads*. Até a data da condução desta pesquisa, 22 aplicativos não apresentavam nenhum *download*.

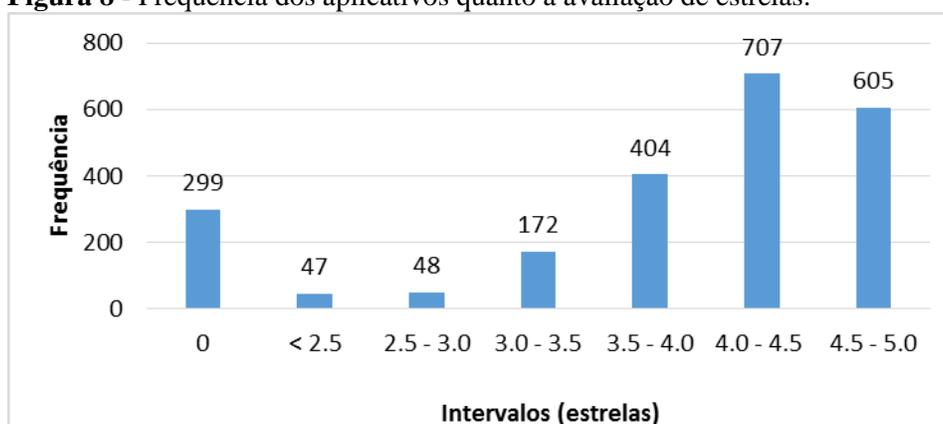
Figura 7 - Frequência dos aplicativos quanto aos intervalos de download.



Fonte: Da autora (2016).

Outra informação obtida pela pesquisa refere-se à avaliação por estrelas. Constatou-se que 57,5% (1.312 de 2.282) dos aplicativos foram classificados com 4 ou mais estrelas, indicando um retorno positivo dos usuários que o utilizaram. Dentre os aplicativos identificados, 17,3% (394 de 2.282) possuíam classificação abaixo de 3 estrelas (Figura 8).

Figura 8 - Frequência dos aplicativos quanto a avaliação de estrelas.



Fonte: Da autora (2016).

A avaliação por estrelas e comentários é uma das maneiras de verificar a qualidade de um aplicativo (UTEST, 2012). Na loja *Google Play Store* os usuários podem avaliar o aplicativo, apenas uma vez, classificando-o entre 1 e 5 estrelas, sendo 5 estrelas a maior qualificação possível. Todavia, essa classificação é passível de alteração pelo usuário.

A partir dos dados da Figura 8 verifica-se que 13% (299 de 2.282) deles não foram avaliados. Com base nessa informação, é possível calcular a média da avaliação por estrelas, considerando os 1.983 aplicativos mensurados. O valor médio obtido foi de 4,10 estrelas. Assim, é possível aferir que 37,2% (850 de 2.282) dos aplicativos possuem classificação maior ou igual à média.

A partir das informações coletadas sobre o preço, 88% (2.009 de 2.282) dos aplicativos encontrados são disponibilizados para *download* e utilização livres de cobranças no *Google Play Store* e 12% (273 de 2.282) são disponibilizados mediante pagamento. A Tabela 4 apresenta estatísticas descritivas sobre o preço dos aplicativos.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas dos aplicativos pagos.

Estatísticas Descritivas do variável preço para os aplicativos selecionados	R\$
Média	13,38
Mediana	6,28
Moda	2,52
Desvio padrão	29,93
Mínimo	0,99
Máximo	406,48

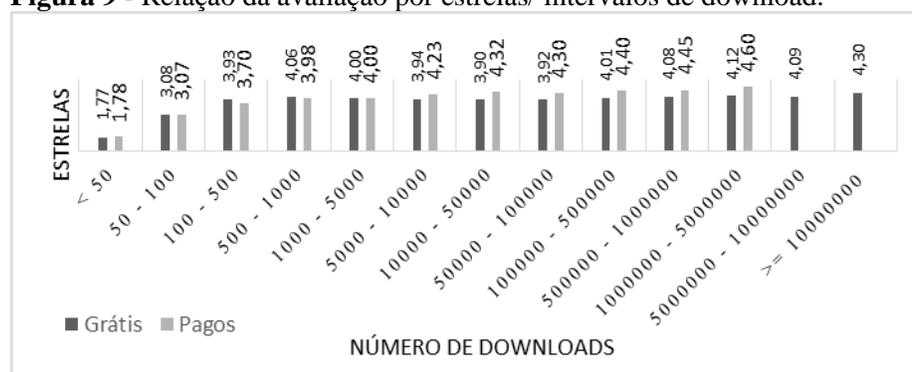
Fonte: Da autora (2016).

É possível observar que o preço médio dos 2.282 aplicativos identificados foi de R\$ 13,38. Constatou-se também que o valor mais frequente, comum a 28 aplicativos, foi R\$2,52. Em relação ao mínimo e máximo que representam, o menor e maior preço dentre todos os aplicativos pagos foram encontrados os valores de R\$ 0,99 e R\$ 406,48, respectivamente. De acordo com os termos de serviço da *Google Play Store* (GOOGLE, 2016b) os preços e a disponibilidade para *download* dos aplicativos estão sujeitos a mudanças a qualquer momento, dessa forma, os valores encontrados podem sofrer alterações.

Baseando-se nesses elementos, é possível combinar o número de *downloads* com a avaliação por estrelas e preço (Figura 9). A análise indicou a relação diretamente proporcional entre o número de *downloads* e avaliação por estrela, para aplicativos pagos. Esse aplicativos, quando comparados aos gratuitos, tiveram melhor classificação por estrelas quando o número de *download* ultrapassou 5.000. Porém, nenhum aplicativo pago relacionado à temática, com mais de 5.000.000 de *downloads* foi identificado.

No que se refere aos aplicativos gratuitos, com início no intervalo de 100 a 500 *downloads*, a avaliação por estrelas superou a marca de 3,5 para todos os demais intervalos. Com relação à classificação por estrelas média encontrada, em apenas dois intervalos de *downloads* os aplicativos gratuitos conseguiram ultrapassar o valor de 4,10 estrelas.

Figura 9 - Relação da avaliação por estrelas/ intervalos de download.



Fonte: Da autora (2016).

Quando analisadas as descrições dos aplicativos, foi observado que alguns apresentavam proposta de uso direcionada a profissionais ou especialistas da área de recursos hídricos. Em uma investigação mais detalhada, afirmou-se a relevância desses *softwares* para a pesquisa, e por essa razão, foi estabelecida a categoria de aplicativos de caráter técnico, descrita a seguir.

4.2.3 Aplicativos de caráter técnico

Durante a condução do levantamento foi observado que diversos aplicativos disponibilizados pela *Google Play Store* necessitam de conhecimento prévio, a respeito da temática abordada, para utilização. Geralmente, são aplicativos com caráter técnico que auxiliam profissionais na execução de

cálculos avançados, coleta de dados, monitoramento e controle, que fornecem instruções específicas por meio de manuais técnicos, dentre outros. Diante disso, neste trabalho, tais aplicativos foram agrupados em uma nova categoria denominada Técnicos, e analisados. A mesma concepção adotada na RSL para definir a categoria Técnicos é utilizada nesta seção.

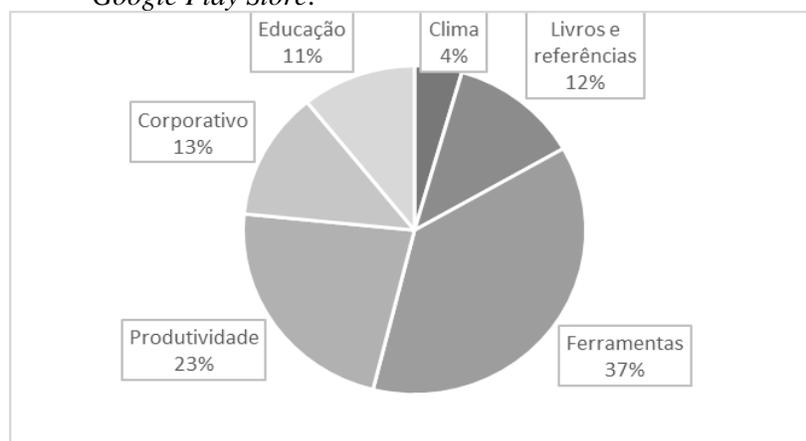
O percentual de aplicativos técnicos identificados foi de 11,78% (269 de 2.282). Essa detecção baseou-se na leitura da descrição fornecida pelo desenvolvedor, o qual mencionava o aplicativo como uma ferramenta auxiliar para profissionais da área.

Com base nessa nova categoria e nos aplicativos nela contidos, foram estabelecidos: um paralelo com a categorização da *Google Play Store*; a especificação das palavras-chave de maior recorrência; o idioma; o preço; os intervalos de *downloads*; e, a relação *download-estrelas-preço*.

Vale ressaltar que não há nenhuma categoria no *Google Play* com a denominação técnica. Portanto, uma correlação foi estabelecida entre os aplicativos caracterizados como técnicos e as categorias da *Google Play Store* (Figura 10).

Dentre os 269 aplicativos classificados, 37% (100 de 269) encontram-se na categoria *Ferramentas*, 23% (61 de 269) na categoria *Produtividade*, 13% (34 de 269) em *Corporativo*, 12% (33 de 269) em *Livros e referências*, 11% (29 de 269) na categoria *Educação* e, por fim, 4% (12 de 269) na categoria *Clima*. Observa-se que 60% dos aplicativos categorizados como técnicos, relacionados aos recursos hídricos, encontram-se nas categorias *Produtividade* e *Ferramentas* do *Google Play*. Os aplicativos pertencentes às categorias *Educação* e *Livros e referências* tiveram sua origem associada às palavras-chave, *Hidroestática*, *Mecânica dos Fluidos*, *Hidrologia*, *Hidrogeologia*, entre outras.

Figura 10 - Associação dos aplicativos técnicos com as categorias definidas na *Google Play Store*.



Fonte: Da autora (2016).

A Tabela 5 expõe as palavras-chave mais fortemente vinculadas aos aplicativos de caráter técnico, segundo dados da pesquisa.

Tabela 5- Quantidade de aplicativos por palavras pesquisadas.

Palavras-chave	Quantidade de Apps	%
Vazão	40	14,9%
Irrigação	35	13,0%
Mecânica dos Fluidos	26	9,7%
Hidrostática	20	7,4%
Evaporação	17	6,3%
Aquicultura	12	4,5%
Qualidade da água	12	4,5%
Teor de umidade	11	4,1%
Outras	96	35,7%

Fonte: Da autora (2016).

Dentre os 132 termos pesquisados, 14,9% (40 de 269) dos aplicativos relacionam-se à palavra-chave *Vazão*, 13% (35 de 269) à *Irrigação*, 9,7% (26 de 269) ao termo “*Mecânica dos fluidos*”, 7,4% (20 de 269) à *Hidrostática*, 6,3% (17 de 269) à *Evaporação*, 4,5% (12 de 269) à *Aquicultura*, 4,5% (12 de 269) ao termo “*Qualidade da água*”, 4,1% (11 de 269) ao “*Teor de umidade*” e 35,7% (96 de 269) encontram-se distribuídos nas demais palavras-chave pesquisadas.

No que se refere ao idioma, verifica-se que o Inglês é predominante, uma vez que é aplicada a descrição de 81% (219 de 269) dos aplicativos técnicos. O Português, segundo idioma mais frequente, é usado como padrão em 15% das descrições dos aplicativos identificados. E, por fim, o Espanhol representa 4% dentre os 269 aplicativos classificados como técnico. Vale realçar que tais valores foram obtidos com base na descrição. Uma análise aprofundada seria necessária para apontar o idioma dos aplicativos.

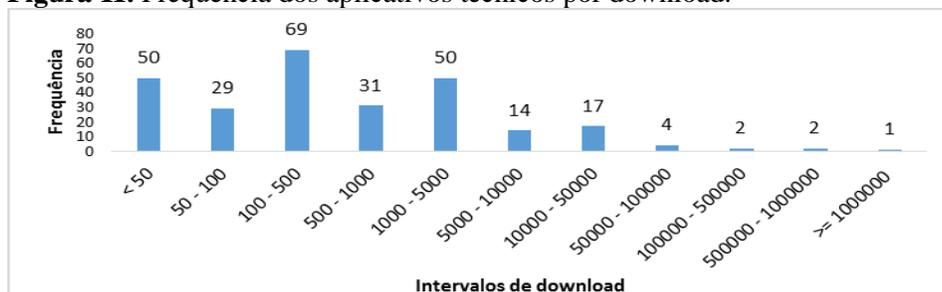
Com relação ao preço dos aplicativos, verificou-se que 69% (186 de 269) são gratuitos e 31% (83 de 269) pagos. O valor médio dos aplicativos pagos, classificados como técnicos, foi R\$ 18,50. Respectivamente, o menor e maior valor encontrados foram R\$ 2,50 e R\$ 406,48. A Tabela 6 resume as estatísticas descritivas sobre a variável preço, para os aplicativos de caráter técnico.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas dos aplicativos técnicos pagos.

Estatística Descritivas do variável preço para aplicativos técnicos	R\$
Média	18,50
Mediana	9,21
Moda	2,52
Desvio padrão	45,43
Mínimo	2,5
Máximo	406,48

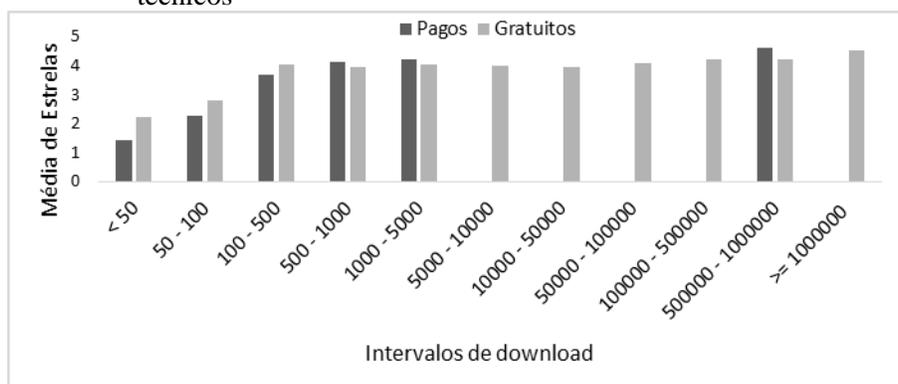
Fonte: Da autora (2016).

Com relação aos intervalos de *downloads* dos aplicativos identificados (Figura 11), observou-se que 85,13% (229 de 269) dos aplicativos técnicos possuem menos de 5.000 *downloads*, sendo 25,65% (69 de 269) enquadrados entre 100 e 500 *downloads*. Tal comportamento assemelha-se aos resultados considerando todos os aplicativos identificados, uma vez que, o intervalo de *downloads* com maior frequência foi entre 100 e 500 instalações (Figura 7), até a data da condução da pesquisa.

Figura 11. Frequência dos aplicativos técnicos por download.

Fonte: Da autora (2016).

Ao relacionar o intervalo de *downloads* à avaliação por estrela e ao preço dos aplicativos de caráter técnico (Figura 12), verificou-se que conforme houve um crescimento no número de *downloads*, houve uma melhoria na classificação por estrelas. Com relação aos aplicativos pagos, não houve nenhum aplicativo instalado, e consequentemente, avaliado por estrelas, entre 5.000 e 500.000 *downloads*. Já para os aplicativos gratuitos, foi identificado um aplicativo com valor igual ou superior a 1.000.000 *downloads*, sendo este o mais bem avaliado, com 4,6 estrelas, dentre todos os aplicativos técnicos.

Figura 12 - Relação da avaliação por estrelas/intervalos de downloads dos app técnicos

Fonte: Da autora (2016).

Durante o processo de síntese dos dados, foi constatada, com base na descrição dos aplicativos de caráter técnico, a existência de subgrupos. Por essa razão, os aplicativos foram agrupados em categorias definidas pela utilidade. O Quadro 11 descreve cada uma das cinco categorias estabelecidas para associar os 269 aplicativos técnicos, quanto ao uso.

Quadro 11 - Categorias dos aplicativos técnicos.

Categoria	Descrição
Controle e/ou Monitoramento	Aplicativos utilizados para controle e monitoramento, por exemplo, monitoramento e controle de irrigação, consumo, aquicultura, dentre outros.
Calculadoras	Encontram-se calculadoras capazes de efetuar estimativas, cálculos avançados e conversões de unidades, por exemplo, cálculo de vazão, turbidez, umidade, dentre outros.
Coleta de dados	Aplicativos utilizados para coletar dados em campo
Guias e Manuais Técnicos	Encontram-se aplicativos que disponibilizam guias e manuais técnicos.
Leis e Normas	Aplicativos que disponibilizam Leis, normas, códigos ou estatutos.

Fonte: Da autora (2016).

Assim como mencionado anteriormente para as categorias definidas na RSL, as categorias aqui propostas não são mutuamente exclusivas. É possível que um determinado aplicativo se enquadre em uma ou mais categorias.

Aplicando as especificações, observa-se que 68% (184 de 269) dos aplicativos foram categorizados como *Calculadoras*, 18% (47 de 269) como *Controle e,ou, Monitoramento*, 9% (23 de 269) como *Coleta de dados*, 3% (9 de 269) como *Guias e Manuais Técnicos*, e, completando, 2% (6 de 269) dos aplicativos técnicos, relacionados com o tema água, foram classificados como *Leis e Normas* (Tabela 7).

Tabela 7 - Sumarização dos aplicativos técnicos quanto a categoria.

Categorias	N. de apps	N. de apps >= 500 downloads	N. de apps Pagos	N de apps gratuitos	Média de avaliação por estrelas	Média de preço (R\$)
Controle e/ou Monitoramento	47	18	0	47	4,10	-
Calculadoras	184	82	78	106	4,12	19,47
Coleta de dados	23	12	1	22	4,07	7,48
Guias e Manuais Técnicos	9	6	2	7	4,23	8,53
Leis e Normas	6	3	2	4	3,47	5,12

Fonte: Da autora (2016).

Ainda de acordo com a Tabela 7, para os aplicativos pertencentes à categoria *Controle e,ou, Monitoramento*, verifica-se que não foi encontrado nenhum aplicativo pago. Os 47 aplicativos identificados possuem, em média, 4,1 estrelas e, dentre eles, 18 foram instalados em 500 ou mais dispositivos.

Considerando os aplicativos categorizado como *Calculadoras* observa-se que 106 foram considerados gratuitos e 78 pagos, com preço médio de R\$ 19,47. Os 184 aplicativos possuem, em média, 4,12 estrelas e, dentre eles, 82 foram instalados em 500 ou mais dispositivos.

No tocante à categoria *Coleta de Dados* foram identificados 22 aplicativos gratuitos e 1 pago. Os 23 aplicativos possuem, em média, 4,07 estrelas e, dentre eles, 12 possuem 500 ou mais *downloads*.

No que se refere à categoria *Guias e Manuais Técnicos*, dos 9 aplicativos, 7 foram gratuitos e 2 pagos, com média de preço de R\$ 8,53. A média de estrelas, considerando os 9 aplicativos, foi de 4,23 estrelas e 6 aplicativos já foram instalados em mais de 500 dispositivos.

Por fim, foram encontrados 6 aplicativos para a categoria *Leis e Normas*, dos quais, 4 foram considerados gratuitos e 2 pagos, com média de preço de R\$ 5,12. A média de estrelas foi de 3,47, a mais baixa entre todas as categorias. Dos 6 aplicativos, 3 já foram instalados em mais de 500 dispositivos móveis.

Ao longo da pesquisa, diversos aplicativos direcionados a contribuir com profissionais da área de recursos hídricos foram encontrados e alguns exemplos são mencionados nas seções seguintes. É importante salientar que as descrições de determinados aplicativos não fornecem informações suficientes para um detalhamento adequado. Em muitos casos, apenas um breve comentário informando sua utilidade, é apresentado.

4.2.3.1 Calculadoras

Dentre os aplicativos categorizados como Calculadoras, foi possível constatar que esses abrangem diversos temas. O aplicativo *AquicPescaApp*, por exemplo, disponibiliza uma coleção de informações e cálculos técnicos destinados aos profissionais das áreas de Pesca e Aquicultura. Com mesma destinação, o aplicativo *AGA Aquaculture* possibilita calcular o valor do oxigênio, em mg L^{-1} , por meio da inserção da temperatura, altitude e salinidade. Já o aplicativo *Blue Aqua* pode ser utilizado para calcular parâmetros, como: biomassa total, taxa de conversão alimentar, taxa de sobrevivência e amônia livre, possibilitando um acompanhamento eficaz da produtividade e do desempenho da lagoa.

Direcionado para engenheiros hidráulicos e estudantes de engenharia, o aplicativo *Vertedores* possibilita calcular a vazão da lâmina d'água ou das dimensões de vertedores retangulares, triangulares ou circulares. Também direcionados para o cálculo de vazão, os aplicativos *FLOW Calculator* e *Isco FLOW calc* permitem calcular a vazão de canais abertos. O *FLOW calculator* comporta cálculos em canais de diferentes formas e o *Isco FLOW Calc* calcula as taxas de fluxo em canais não titulares e tubulações, permitindo o monitoramento de sistemas de fluxo instalados ou verificação da precisão de sistemas recém instalados. Outro exemplo, é o aplicativo *TubeAcqua*, que pode ser utilizado em dimensionamento hidráulico de tubulações para o cálculo de tubulações sob pressão. Nele, é calculada perda de carga, diâmetro, comprimento, vazão e velocidade da água na tubulação. Além disso, no momento dos cálculos, o aplicativo permite selecionar unidades de medidas e escolher os tipos de materiais de tubulação, com os respectivos valores do coeficiente C, permitindo a edição dos dados e simulações.

Alguns aplicativos foram direcionados à qualidade da água, dentre eles: *iQwtr* utilizado para calcular a transparência e turbidez de amostras de água, possibilitando monitorar superfícies de corpos d'água e conscientizar gestores e comunidades; *HydroColor* utilizado para mensurar a reflectância de corpos d'água, usando a câmera digital do *smartphone*. Com isso, é possível mensurar a turbidez, concentração de partículas em suspensão e o coeficiente de retroespalhamento; e *Calculadora IQA* que permite calcular o Índice de Qualidade da Água pelo método Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESP).

Outras iniciativas podem ser mencionadas, como por exemplo, o aplicativo *Rain Collection Calculator* que possibilita calcular a quantidade média de água disponível, em galões, a partir do escoamento em um telhado ou estrutura similar. Os cálculos são efetuados com base nas dimensões do telhado, como comprimento e largura e na quantidade de chuva; e, o *SCS Flood Calculator*, direcionado para profissionais da hidrologia, o aplicativo permite calcular a vazão de pico, o tempo de pico, o volume de inundação e o tempo de concentração.

4.2.3.2 Controle e, ou, monitoramento

Com relação aos aplicativos classificados como *Controle e, ou, Monitoramento*, pode-se mencionar o *AgSense*. O aplicativo com funcionalidades direcionadas ao controle e monitoramento de sistemas de irrigação permite aos técnicos e agricultores visualizar dados, enviar comandos para o pivô e gerenciar remotamente e em tempo real o sistema. Da mesma forma, o aplicativo *Connected Farm Irrigate* permite que o produtor gerencie sistemas de irrigações sem a necessidade de se deslocar até o campo. Com ele é possível monitorar o *status* dos sistemas de irrigação e enviar comandos de

controle. Com a mesma finalidade, o aplicativo *AutoSens* pode controlar sistemas de irrigação sem a necessidade de acesso à internet, mediante ao envio de SMS. Além disso, o histórico de irrigação é armazenado para que análises futuras possam ser feitas.

O aplicativo *Teva Control* é descrito como um controlador de irrigação 3D que reduz o consumo de água, em até 75%, em campos agrícolas irrigados e contribui para o aumento da produtividade. O aplicativo utiliza um tensiômetro perto de uma única planta para controlar a umidade do solo, iniciar a rega quando o solo estiver seco, calcular a velocidade de absorção de água pelo solo e fechar a válvula no tempo certo, ou seja, antes de a água chegar à profundidade necessária, mas exatamente quando há água suficiente no solo para infiltrar até essa profundidade específica.

Duas iniciativas governamentais podem ser mencionadas. O Aplicativo *PORTAL HIDROLOGICO DO CEARÁ* foi desenvolvido pelo Governo do Estado do Ceará em parceria com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) para disponibilizar informações hídricas como nível, volume e capacidade dos reservatórios do Ceará monitorados pela COGERH.

Já o aplicativo *Portal Hidrológico do Nordeste* foi desenvolvido por meio da Cooperação Técnica entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) objetivando integrar informações geradas pelas duas instituições, que são de interesse para o setor de recursos hídricos. Atualmente o aplicativo conta com o módulo de monitoramento do nível dos reservatórios.

Outras iniciativas relacionadas ao monitoramento podem ser citadas. O aplicativo *DOWSER* permite obter os níveis da água subterrânea em zonas mapeadas; o *Aquaweb - Módulo de Gestão* permite controlar e gerenciar a produção; o *POGO Turf Pro* que pode ser utilizado para gramados de campo de

golfe, permitindo monitorar a umidade do gramado/solo, salinidade e variáveis de temperatura, por meio de sensores sem fio; dentre outros.

4.2.3.3 Coleta de dados

No que concerne aos aplicativos classificados como *Coleta de dados*, tem-se o aplicativo *VuSitu* que possibilita a coleta de dados referente à qualidade e nível da água. Ainda, por meio de conexão com o servidor, o aplicativo permite a visualização de dados referentes à condutividade, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, nível da água e temperatura. Igualmente direcionado à coleta de dados referente à qualidade da água, o *aplicativo WET-PRO App CuraH2O* possibilita enviar os dados para o servidor à medida que forem sendo coletados.

Focado na aquisição de dados sobre águas subterrâneas, os aplicativos *GW-Mobil 8 for Android* e *GW-Mobil 9 for Android* investem em instrumentos que garantem a qualidade dos dados coletados, sendo desconsideradas leituras falsas, confusão de nomes, estações ou erros de transcrição. Após a realização da coleta, os dados são enviados e armazenados no sistema de gestão de águas subterrâneas *GW-Base® 8.0*.

Direcionado à pluviosidade, o aplicativo *Controle Pluviométrico* foi desenvolvido objetivando substituir os cadernos de registros de medição pluviométrica usados no campo. Entre as funcionalidades disponibilizadas pelo *software*, podem ser citados registro de medições diretas, consulta de acúmulo de pluviosidade anual, consulta de acúmulo de pluviosidade por pluviômetro, medições de precipitação pluviométrica off-line, dentre outras.

Com objetivos mais amplos, os aplicativos *Poimapper – Data Collection* e *Poimapper Plus* permitem coletar e atualizar dados referentes ao meio ambiente, à água, ao saneamento, dentre outros, podendo ser empregado na gestão, monitoramento ambiental e no mapeamento de água e saneamento. Além

de coletar, o aplicativo permite visualizar os dados coletados e criar relatórios para auxílio na tomada de decisão.

4.2.3.4 Guias e manuais técnicos

Dentre os aplicativos agrupados como *Guias e Manuais técnicos*, destaca-se o aplicativo *Water Resource Engineering* que disponibiliza 135 tópicos, subdivididos em 5 unidades, relacionados aos recursos hídricos. Os tópicos abrangem temas como: avaliação da qualidade das águas superficiais, água e saúde, ciclo hidrológico, descrição dos Sistemas Integrados de Gestão dos Recursos Hídricos, irrigação, dentre outros. O aplicativo também pode ser utilizado por professores, como suporte em aulas. Com ele não há necessidade de abrir os livros.

Assim como o aplicativo anterior, *Concrete Technology* também é considerado um manual livre direcionado a profissionais da Engenharia Civil e Ambiental. São disponibilizados 60 tópicos relacionados à tecnologia do concreto, dentre eles, tópicos relacionados à qualidade da água de mistura e água.

Objetivando orientar profissionais na solução de problemas, o aplicativo *Sprinkler System Repair Guide* disponibiliza um guia técnico relacionado à manutenção de sistemas de irrigação por aspersão. Com ele é possível obter informações para identificar e isolar problemas em um sistema de irrigação. O aplicativo orienta o usuário, passo a passo, solicitando ao usuário respostas sobre perguntas do sistema. À medida que cada pergunta é respondida, o aplicativo leva o usuário para a próxima etapa até que o problema seja diagnosticado. Posteriormente, são disponibilizados documentos, tutoriais e vídeos, que podem auxiliar os profissionais em dúvidas técnicas.

Por fim, os aplicativos *Nautilus Technical Ref Lite* e *Nautilus Technical Ref PRO* disponibilizam um guia de referência técnica que abrange diversos temas, dentre eles, a hidrodinâmica.

4.2.3.5 Leis e normas

Dentre os aplicativos identificados e classificados como *Leis e Normas*, destaca-se o aplicativo *LEI DE BOLSO - Vade Mecum BR* que disponibiliza mais de 1000 leis brasileiras. As Leis são subdivididas em 47 categorias, dentre as quais, podem ser encontradas leis relacionadas à água, como: Código de Águas, Código Florestal, Lei do Saneamento Básico, Política Nacional do Meio Ambiente e Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. O Aplicativo é gratuito, porém, limitado a 20 instalações/atualizações de leis. Caso necessite de mais leis, é necessário pagar. Atualmente o aplicativo possui classificação 4,3 estrelas e mais de 100.000 downloads.

O aplicativo *NC General Statutes – Envir* disponibiliza o estatuto geral e leis ambientais da Carolina do Norte (EUA). As leis estão dispostas em capítulos e cada capítulo agrupa diferentes temas. No aplicativo podem ser encontradas leis relacionadas a temas como: minas, pedreiras, rios, riachos, águas costeiras, conservação e desenvolvimento, controle de poluição e meio ambiente, controle de poluição industrial, dentre outros. Após o *download*, o aplicativo não necessita de internet para acessar seu conteúdo. Atualizações podem ocorrer caso alguma lei seja alterada. Semelhantemente ao aplicativo anterior, *New Hampshire Statutes NH Laws* disponibiliza o estatuto de *New Hampshire* (EUA). As leis disponibilizadas abrangem diversos temas, como: leis florestais, agricultura, gestão e proteção dos recursos hídricos, dentre outros.

4.2.4 Discussão dos resultados

Após realizar o levantamento, entre 02 de novembro de 2015 e 21 de fevereiro de 2016, de aplicativos relacionados ao tema água, na *Google Play Store*, foi possível observar que os aplicativos são agrupados em 25 categorias distintas que abrangem diversos tópicos, como: jogos, educação, finanças, entretenimento, produtividade, ferramentas, dentre outras (GOOGLE, 2016c).

Considerando os aplicativos relacionados ao tema água, pode-se constatar que a categoria Personalização, com 16,5% (371 de 2.282) dos aplicativos, se sobressaiu em relação às outras. Comparativamente, ao considerar o universo de aplicativos contidos na *Google Play Store*, a categoria Educação, com 7,98% (166.533 de 2.085.791) dos aplicativos, assume a primeira posição em número de aplicativos, conforme dados do AppBrain (2016c).

Ainda, observa-se que as categorias são definidas pelos desenvolvedores no momento em que disponibilizam os aplicativos na *Google Play Store*. Dessa forma, as categorias de determinados aplicativos podem não corresponder a sua finalidade. Eventuais dúvidas do desenvolvedor no momento da disponibilização, causada pela insuficiência de detalhes de cada categoria, podem levar a um julgamento errôneo. Por exemplo, as categorias Medicina e Saúde e fitness, Comunicação e Notícias e revistas abordam tópicos similares. Neste caso, pode haver troca de categorias devido à falta de entendimento. Além disso, um aplicativo pode abordar diversos temas, neste caso, qual a categoria adequada?

Diante disso, alguns autores reclassificam os aplicativos com base em características específicas, de modo que representem determinados contextos. Por exemplo, em Handal et al. (2013), os autores agrupam em 9 categorias aplicativos destinados à matemática; em Jepson e Ladle (2015), os aplicativos relacionados ao tema natureza são organizados em 6 categorias; por fim, em

Sanz et al. (2012) os aplicativos são agrupados em 7 novas categorias. Da mesma forma que os trabalhos mencionados, neste trabalho, os aplicativos técnicos, relacionados ao tema água, foram agrupados em 5 novas categorias a fim de evidenciar e fornecer uma análise de tais aplicativos.

No tocante à popularidade, constatou-se que intervalo de *downloads* mais frequente foi de 100 a 500, com 21,07% (481 de 2.282) dos aplicativos selecionados. Com relação aos aplicativos técnicos, 25,65% (69 de 269) foram enquadrados entre 100 e 500 *downloads*. Já para o universo de aplicativos, verifica-se que 35,9% (749.100 de 2.085.791) possuem menos de 100 *downloads* (APPBRAIN, 2016a). Infelizmente, a *Google Play Store* não disponibiliza o número exato de *downloads* para cada aplicativo, impossibilitando análises precisas. Porém, com o intervalo fornecido foi possível averiguar e analisar o comportamento dos aplicativos com relação aos *downloads*.

Com relação à avaliação por estrelas, constatou-se que a classificação média de todos os aplicativos identificados, técnicos e do universo de aplicativos da *Google Play Store* (APPBRAIN, 2016d) foi de 4,1 estrelas. Com essa avaliação foi possível observar uma convergência entre os aplicativos estudados e o universo do Google Play. As avaliações por estrelas, bem como os comentários, podem ser indicadoras de qualidade do aplicativo (UTEST, 2012), uma vez que representam o *feedback* do usuário. Com essas informações, um desenvolvedor pode avaliar a necessidade de melhorias em seu aplicativo.

No que diz respeito aos aplicativos gratuitos e pagos, pode-se observar que, em relação a todos os aplicativos selecionados, 88% foram gratuitos e 12% pagos. No que concerne aos aplicativos técnicos, 69% foram gratuitos e 31% pagos. Verifica-se que os aplicativos técnicos são mais susceptíveis a serem pagos uma vez que são direcionados a profissionais.

Por fim, com base nas análises realizadas, ao longo deste trabalho, foi possível constatar que os aplicativos para dispositivos móveis, que se relacionam ao tema água, envolvem diversos públicos-alvo, dentre eles, profissionais de diversos segmentos. Além disso, destacam-se como ferramentas de auxílio em diversas áreas, como hidrologia, irrigação, recursos hídricos, dentre outros, e para diversas finalidades como controle, monitoramento, gestão, etc. Por fim, os aplicativos para dispositivos móveis surgem como uma ferramenta de auxílio e contribuem significativamente com tópicos relacionados ao tema água.

4.2.5 Limitações do levantamento

Esta seção busca apresentar os fatores limitantes internos e externos relacionados ao levantamento *web*, destacando o próprio procedimento metodológico como uma condição limitante. Conforme mencionado, a literatura não apresenta uma metodologia específica para pesquisas desenvolvidas em lojas virtuais de aplicativos. Por essa razão, a proposta descritiva das atividades realizadas é sujeita a críticas. Contudo, justifica-se que tal proposição baseou-se em análise de trabalhos relacionados, adicionando especificações condizentes ao protocolo da RSL, que em muito se assemelham.

No tocante aos fatores externos, podem ser mencionadas as limitações impostas pelo *Google Play Store*. Ao longo da condução da pesquisa, verificou-se que a loja selecionada impõe limites às buscas, sendo disponibilizados apenas 250 aplicativos a cada consulta. Dessa forma, não foi possível realizar um censo, nem mesmo uma amostragem, visto que o universo é desconhecido. Assim, aplicativos relevantes ao objetivo da pesquisa podem ter sido levantados. Além disso, não se sabe quais os critérios o *Google Play Store* utiliza para determinar o conjunto de aplicativos que são identificados durante as consultas. No entanto, assim como em outros trabalhos, acredita-se que a loja virtual fornece uma sub-

amostra representativa da população de aplicativos relacionados com o tema água.

Outra limitação está relacionada às categorias do *Google Play*. Sabe-se que as categorias dos aplicativos são definidas pelo desenvolvedor no momento em que esse disponibiliza o aplicativo na plataforma. Todavia, a loja em questão não apresenta, de forma detalhada, a definição de suas categorias. Pelo contrário, apenas exemplos são mencionados. Dessa maneira, o desenvolvedor pode ser induzido a classificações errôneas. Além disso, existe a possibilidade de um aplicativo ser amplo para estar em mais de uma categoria ou limitado para não pertencer a nenhuma. Logo, análises baseadas em categorias podem ter sua validade questionada. Sendo assim, a recategorização dos aplicativos em classes de interesse foi adotada como solução.

Como limitação interna pode ser mencionada a avaliação dos aplicativos com base em suas descrições. Porém, acredita-se, com base nas descrições avaliadas, que os aplicativos fornecem informações suficientes para determinar sua finalidade.

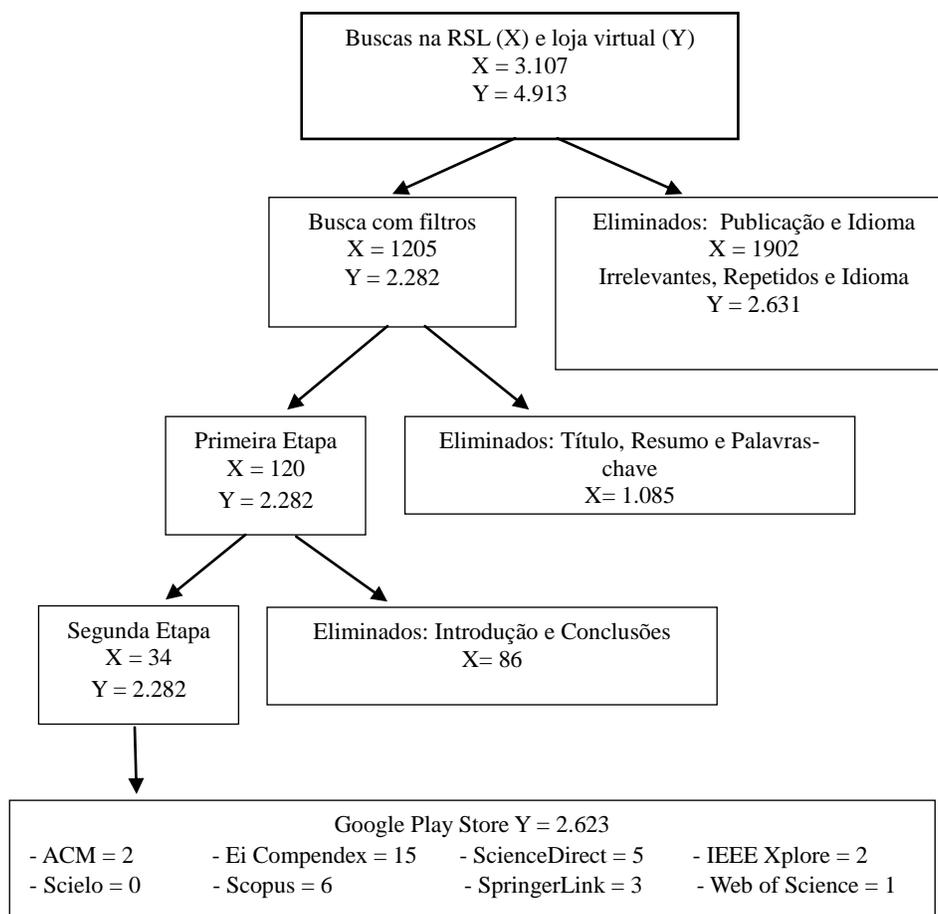
4.3 Triangulação dos resultados

Os resultados das buscas realizadas podem ser sumarizados na Figura 13 disposta a seguir. Nessa, observa-se um esquema do processo de busca e seleção dos artigos (X) e aplicativos móveis (Y), nas bases de dados consultadas.

Uma visão geral permite afirmar que o processo de seleção dos dados que compõem os resultados foi dividido em três etapas. A primeira constitui os retornos de busca, sem qualquer critério de seleção aplicado. A segunda etapa elimina os artigos e aplicativos que não seguem os padrões previamente definidos na metodologia. Enfim, a última etapa de seleção é aplicada somente

aos artigos científicos, que após análise da introdução e considerações finais, foram julgados irrelevantes.

Figura 13 - Processo de triangulação dos resultados



Fonte: Da autora (2016).

Conseqüentemente, o esforço amostral desse estudo são 34 artigos científicos completos, distribuídos em sete bibliotecas virtuais e 2.282 aplicativos para dispositivos móveis *Android*, relacionados à água. Verifica-se

que, dentre os aplicativos que foram identificados por meio da RSL, 29,4% (10 de 34) dos estudos não disponibilizam o nome do aplicativo, 41,2% (14 de 34) dos estudos disponibilizaram, mas não foram listados pelo levantamento na loja virtual do *Google Play Store* e 29,4% (10 de 34) estudos disponibilizam e convergem com os aplicativos levantados.

Infelizmente, alguns autores não disponibilizam o nome do aplicativo o que impossibilitou averiguar sua disponibilidade. Dentre os que informam o nome do aplicativo nos estudos, 58,3% não foram encontrados dentre os aplicativos selecionados. Dessa forma, objetivando averiguar se um aplicativo não foi recuperado pela pesquisa ou se foi eliminado durante a etapa de seleção, uma pesquisa complementar foi realizada. Nela, o nome do aplicativo identificado na RSL foi inserido no campo de busca do *Google Play Store*. Ao término, foi verificado que os aplicativos também não constavam na loja virtual.

Os aplicativos não encontrados na loja do *Google Play Store* foram: *Water Quality Reporter* (CHAMPANIS; RIVETT, 2012); *Algae Watch* (KOTOVIRTA et al., 2015); *Flood Finder* (PONGSIRIYAPORN et al., 2014); *E2ALGAE* (TEH; KOH, 2013); *DSW's mobile* (LANGAT et al., 2013); *Irrigation Sensor* (JAGUEY et al., 2015); *AEGIS App* (ATHANASIS et al., 2015); *Sentinel Reports* (SICARD et al., 2015); *mSelar* (STEFANOVIC et al., 2015); *ENE-FARM App* (SUZUKI et al., 2014); *iPhone Relax Melodies* (KWON et al., 2015); *Southwest Plant Selector* (SUTHERIN; LOMBARD; HILAIRE, 2013); *FLOW* (COOPER; SWAN; TOWNEND, 2014); e *Acqua Report* (GALEAZZO et al., 2015). Alguns pontos podem ser mencionados como possíveis causa de indisponibilidade, por exemplo, o aplicativo pode estar disponível em outras lojas virtuais, como os aplicativos *iPhone Relax Melodies* utilizado em Kwon et al. (2015) e *Southwest Plant Selector* desenvolvido por Sutherin, Lombard e Hilaire (2013); podem ter sido disponibilizados apenas em sites próprios, como é o caso do aplicativo *FLOW* mencionado em Cooper,

Swan, Townend (2014); ou podem ter sido publicados nos artigos com um nome diferente do qual foi disponibilizado na loja.

No tocante aos aplicativos identificados em ambas pesquisas, RSL e Levantamento web, foram verificadas pequenas modificações nos nomes, como por exemplo, em Migliaccio et al. (2015) e Vellidis et al. (2015), os autores descrevem o desenvolvimento de *Cotton App* e *Turf App*. Porém, na loja virtual os aplicativos encontram-se com os nomes *Smartirrigation Cotton* e *Smartirrigation Turf* respectivamente. Da mesma forma o aplicativo *WISE*, desenvolvido em Bartlett et al. (2015) foi encontrado com o nome *WISE Irrigation Scheduler*.

Por conseguinte, descreve-se a confluência entre os aplicativos da RSL e do Levantamento web. Um resumo é apresentado no Quadro 12.

O aplicativo *DROP-DROP*, desenvolvido em Rein, Champanis e Rivett (2013), é um aplicativo gratuito que permite calcular o consumo de água mensal e fornece estimativas referentes à conta de água. Tais informações podem ser utilizadas para otimizar o consumo. Atualmente o aplicativo possui entre 100 – 500 downloads e foi avaliado com 4,2 estrelas.

Os aplicativos *Cotton App* e *Turf App* desenvolvidos em Migliaccio et al. (2015) e Vellidis et al. (2015) respectivamente, fazem parte de um conjunto de aplicativos destinados à irrigação, são eles: *Smartirrigation Cotton*, *Smartirrigation Turf*, *Smartirrigation Vegetable*, *Smartirrigation Citrus* e *Strawberry*. São aplicativos gratuitos que fornecem recomendações de programação de irrigação com base em condições meteorológicas em tempo real e previsão de curto prazo. O aplicativo *Smartirrigation Cotton* possui entre 100-500 downloads e classificação 3,9 estrelas, enquanto o aplicativo *Smartirrigation Turf* possui 500-1000 downloads e foi classificado com 2,2 estrelas.

Com relação ao aplicativo *WISE Irrigation Scheduler*, desenvolvido em Bartlett et al. (2015), constatou-se que pode ser utilizado para gerenciar sistemas de irrigação em campo. Com ele é possível visualizar o perfil de umidade do solo e verificar as condições meteorológicas anteriores.

O aplicativo *EyeOnWater* mencionado nos trabalhos Busch et al. (2016) e Novoa, Wernand e Woerd (2015), é gratuito, possui entre 500-1000 downloads e classificação 4,6 estrelas. O aplicativo imbuí o conceito de *Citizen Science* permitindo que usuários contribuam para a ciência ao fornecer informações sobre a cor da água, seja ela doce ou salina. A medição é enviada para o servidor central, validada, armazenada e pode ser visualizada através do site www.eyeonwater.org.

Direcionado a proprietários, paisagistas, empreiteiros e interessados, o aplicativo *Rain Garden App*, desenvolvido em Dietz e Dickson (2013), pode auxiliar durante os processos de projeção, instalação e manutenção de jardins de chuva. O aplicativo inclui informações básicas referentes aos jardins de chuva, o que são, como funcionam, como projetar, instalar e dicas de manutenção.

Quadro 12 - Sumarização dos aplicativos retornados na RSL e Levantamento *web*

App	RSL	Levantamento web			
	Ref.	Downloads	Estrelas	Preço	Categorias do Google
DROP-DROP	(REIN; CHAMPANIS; e RIVETT, 2013)	100 – 500	4,2	Gratuito	Educação
Cotton App	(VELLIDIS et al., 2015)	100 - 500	3,9	Gratuito	Clima
WISE	(BARTLETT et al., 2015)	10 – 50	-	Gratuito	Educação
Turf App	(MIGLIACCIO et al., 2015)	500 - 1000	2,2	Gratuito	Clima
EyeOnWater	(BUSCH et al., 2016, NOVOA; WERNAND; WOERD, 2015)	500 - 1000	2,2	Gratuito	Ferramentas
What's here? *	(BISHOP, 2015)	500 - 1000	4,7	Gratuito	Turismo e Local
MATLAB Mobile *	(POLADIA; FAKATKAR; RATHOD, 2015)	500.000 - 1.000.000	3,7	Gratuito	Ferramentas
HydroColor	(GARABA et al., 2015)	50 - 100	4,8	R\$ 7,84	Ferramentas
Secchi	(GARABA et al., 2015)	1000 - 5000	3,5	Gratuito	Educação
Rain Garden	(DIETZ; DICKSON, 2013)	500 - 1000	4,9	Gratuito	Educação

* Aplicativos encontrados somente pela Revisão Sistemática de Literatura.

Fonte: Da autora (2016).

Os dois aplicativos mencionados em Garaba et al. (2015) foram identificados no levantamento no *Google Play Store*. O primeiro, *HydroColor: Water Quality App*, único aplicativo pago dentre os demais, possui entre 50 – 100 downloads e qualificação de 4,8 estrelas. Com ele é possível mensurar a reflectância de corpos d'água usando a câmera digital do *smartphone* e, posteriormente, estimar a turbidez, concentração de partículas em suspensão e o coeficiente de retroespalhamento. O segundo, *Secchi*, possui entre 1000 - 5000 downloads e 3,5 estrelas. O aplicativo consiste em uma interface móvel para o projeto *Secchi Disk* que permite qualquer navegante participar de um estudo global do fitoplâncton nos oceanos.

Foi verificado que os aplicativos *What's here?* desenvolvidos em Bishop (2015) e *MATLAB Mobile* utilizados em Poladia, Fakatkar e Rathod (2015) não foram identificados no levantamento web, apenas pela RSL. Ao analisar suas descrições, durante uma pesquisa adicional, não foi constatada nenhuma das palavras-chave pesquisadas. Tratam-se de aplicativos de uso genérico, por exemplo, o MATLAB pode ser utilizado em aplicações, como, processamento de sinal e imagem, comunicação, teste e medição, modelagem e análise financeira, e biologia computacional. Ao passo que o aplicativo *What's here?*, diferente do artigo encontrado na RSL, não faz referência ao tema água em sua descrição.

5 CONCLUSÕES

Este estudo identificou e avaliou aplicativos para dispositivos móveis com temática relacionada à água, mediante a execução de uma Revisão Sistemática da Literatura em oito bases de dados *on-line* e um levantamento na loja virtual *Google Play Store*. Por fim, compararam-se os resultados da RSL com os encontrados no levantamento mediante a triangulação dos dados.

A RSL realizada em janeiro e replicada em abril de 2016, nas bases *ACM Digital Library*, *Ei Compendex*, *Elsevier Science Direct*, *IEEE Xplore*, *Scielo*, *Scopus*, *SpringerLink* e *Web of Science*, identificou 3107 registros. Após a primeira triagem, foram mantidos 1205 estudos em português ou inglês, publicados em periódicos ou eventos científicos. Em seguida, procedeu-se à leitura e análise do *Título*, *Resumo* e *Palavras-chave*, excluindo os trabalhos que não respondiam à questão de pesquisa, restando 120 artigos. Posteriormente, inspecionaram-se as seções *Introdução* e *Conclusões* mediante leitura, descartando artigos incompletos, irrelevantes e repetidos, resultando em 34 artigos avaliados no decorrer da RSL.

Todos os artigos selecionados abordam algum aplicativo móvel e o relaciona com o tema água. Dentre as informações sumarizadas encontram-se dados da publicação, do aplicativo móvel e sua relação com os recursos hídricos.

Constatou-se que ainda são raras as publicações pertinentes ao tema na literatura científica, mas observou-se um crescente número de trabalhos nos últimos três anos, com destaque para o ano de 2015. As pesquisas mais recorrentes apresentaram como propósito o desenvolvimento de aplicativos móveis, porém houve uma baixa propensão à validação da sua qualidade. Como apontado por muitos autores, os aplicativos foram desenvolvidos para *smartphones* que utilizam o sistema operacional *Android*. Quando analisados os recursos tecnológicos adicionais requeridos, prevaleceram a internet, câmera

fotográfica e GPS. Contudo, poucos forneceram informações relativas à data de criação e valor do aplicativo. Em termo de finalidade, a qualidade da água sobressaiu como objeto de apreciação dos aplicativos. O conceito de *Citizen Science* foi empregado por alguns aplicativos que almejavam a participação popular.

Com relação ao Levantamento *web*, realizado na *Google Play Store*, no período de 02 de novembro de 2015 a 21 de fevereiro de 2016, foram identificados 4.913 aplicativos relacionados ao tema água, 1.176 foram descartados, pois o idioma padrão da descrição diferia do inglês, português ou espanhol; 954 foram considerados irrelevantes; e 501 aplicativos foram considerados repetidos. Por fim, 2.282 aplicativos relacionados ao tema água foram estudados.

Após obtenção dos dados referentes aos aplicativos selecionados, foi verificado que a categoria Personalização se sobressaiu em detrimento das outras. Considerando a popularidade dos aplicativos, foi constatado que o intervalo de *download* mais frequente foi de 100 e 500. Com relação à avaliação por estrelas, foi possível observar que 1.312 dos aplicativos foram classificados com 4 ou mais estrelas. Sobre a variável preço, foi constatada a presença de 2.009 aplicativos gratuitos e 273 pagos, com valor médio de R\$ 13,38.

Durante a condução da pesquisa, observou-se a necessidade de reclassificação de alguns aplicativos que detinham um caráter técnico, ou seja, aqueles que exigem conhecimento ou treinamento prévio a respeito da temática abordada. Destacaram-se 269 aplicativos de caráter técnico, dos quais, 184 foram categorizados como *Calculadoras*; 47 considerados *Controle e/ou Monitoramento*; 23 categorizado *Coleta de dados*; 9 como *Guias e Manuais Técnicos*; e 6 classificados como *Leis e Normas*.

No que concerne à Triangulação dos dados, verificou-se que 10 estudos identificados na RSL não disponibilizam o nome do aplicativo, o que

impossibilitou averiguar sua convergência com os aplicativos do Levantamento *web*. Dentre os 24 estudos que nomearam o *software*, 14 aplicativos desenvolvidos, mencionados, utilizados ou apresentados não foram encontrados no *Google Play Store*; e, para os aplicativos presentes em 10 estudos houve convergência com os aplicativos identificados pelo Levantamento *web*.

5.1 Trabalhos Futuros

Em relação aos trabalhos futuros, várias ações podem ser pro:

1. Aprofundar as análises realizadas utilizando métodos estatísticos, como análise de cluster e correlações;
2. Aplicar os termos de busca em outras lojas virtuais de aplicativo móvel objetivando ampliar o universo de pesquisa e realizar uma análise comparativa entre as lojas;
3. Reaplicar a pesquisa utilizando os termos em inglês;
4. Fazer o *download* e examinar manualmente cada aplicativo selecionado visando avaliar a qualidade das descrições;
5. Identificar e utilizar técnicas que permitam avaliar a qualidade dos aplicativos por meio da avaliação por estrelas e comentários;
6. Propor uma metodologia bem definida para nortear pesquisas em lojas de aplicativos;
7. Propor áreas de interesse para o desenvolvimento de novos aplicativos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA, 2013. 432 p.

_____. **Portaria nº 149, de 26 de março de 2015**. Aprova o “Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos”. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2015.

_____. **Sistema de informações hidrológicas**. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <[http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoes hidrologicas/redehidro.aspx](http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoes_hidrologicas/redehidro.aspx)>. Acesso em: 24 mar. 2016.

AHMIDA, A. A.; NORWAWI, N. M. Mobile case-based reasoning for reservoir gate operation decision recommendation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES: FROM THEORY TO APPLICATIONS, 3., 2008, Damascus. **Proceedings...** Damascus: IEEE, 2008. p. 1-6.

APPBRAIN. **Downloads on Google Play - AppBrain**. [S.l.: s.n.], 2016a. Disponível em: <<http://www.appbrain.com/stats/android-app-downloads>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

_____. **Number of available android applications - AppBrain**. [S.l.: s.n.], 2016b. Disponível em: <<http://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

_____. **Ratings on Google Play - AppBrain**. [S.l.: s.n.], 2016d. Disponível em: <<http://www.appbrain.com/stats/android-app-ratings>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

_____. **Top categories on Google Play - AppBrain**. [S.l.: s.n.], 2016c. Disponível em: <<http://www.appbrain.com/stats/android-market-app-categories>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

ATHANASIS, N. et al. AEGIS App: wildfire information management for windows phone devices. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 56, p. 544–549, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915017305>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

AZEVEDO, C. E. F. et al. A Estratégia de triangulação: objetivos, possibilidades, limitações e proximidades com o pragmatismo. In: ENCONTRO DE ENSINO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE, 4., 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: Ampad, 2013. p. 1-16.

BARTLETT, A. et al. A smartphone app to extend use of a cloud-based irrigation scheduling tool. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 111, p. 127-130, 2012.

BENEDETTO, F.; TEDESCHI, A. Moisture content evaluation for road surfaces monitoring by GPR image and data processing on mobile platforms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE INTERNET OF THINGS AND CLOUD, 2015, Rome. **Proceedings...** Rome: [s.n.], 2015. p. 602-607.

BISHOP, I. D. Location based information to support understanding of landscape futures. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 142, p. 120-131, 2015.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, v. 119, n. 167, p. 16509, set. 1981. Seção 1.

BRASIL. Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jul. 2000.

_____. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jan. 2007.

BUSCH, J. A. et al. Citizens and satellites: Assessment of phytoplankton dynamics in a NW\ Mediterranean aquaculture zone. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Amsterdam, v. 47, p. 40-49, May 2016.

CARVALHO, J. A. Information system? Which one do you mean?
In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HOME ORIENTED

INFORMATICS AND TELEMATICS: INFORMATION, TECHNOLOGY AND SOCIETY, 1., 2000, The Netherlands. **Proceedings...** The Netherlands: Kluwer, 2000. p. 259-277.

CASEY, E.; TURNBULL, B. Digital evidence on mobile devices. In: _____. **Digital evidence and computer crime: forensic science, computers, and the internet.** 3. ed. London: Academic Press, 2011. Cap. 20, p. 1-44.

CHAMPANIS, M.; RIVETT, U. Reporting water quality: a case study of a mobile phone application for collecting data in developing countries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT, 5., Atlanta, 2012. **Proceedings...** Atlanta: ACM, 2012. p. 105-113.

CHANG, S.-H.; WU, M.-H. The development of mobile application for debris flow disaster prevention. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR COMPUTER METHODS AND RECENT ADVANCES IN GEOMECHANICS, 14., 2014, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto: CRC Press, 2014. p. 593-598.

COLLABORATION FOR ENVIRONMENTAL EVIDENCE – CEE. **Guidelines for systematic reviews in environmental management (version 4.2).** Bangor: Centre for Evidence-Based Conservation, 2013. 80 p.

COOPER, N.; SWAN, A.; TOWNEND, D. A confluence of new technology and the right to water: experience and potential from South Africa's constitution and commons. **Ethics and Information Technology**, Amsterdam, v. 16, n. 2, p. 119-134, June 2014.

CORDEIRO, M. **Brazilian national water resources brazilian national water resources information system information system – SNIRH.** Brasília: National Water Agency, 2009. 24 Slides. Disponível em: <http://www.oieau.org/IMG/pdf/ddBrazilianSNIRH_v3.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2016.

DAVIS, G. B. Information systems conceptual foundations: looking backward and forward. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HOME ORIENTED INFORMATICS AND TELEMATICS: INFORMATION, TECHNOLOGY AND SOCIETY (HOIT '00), 2000, The Netherlands. **Proceedings...** The Netherlands: Kluwer, 2000. p. 61-82.

DHAKAL, S.; RAHNEMOONFAR, M. Mobile-based text recognition from water quality devices. In: THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, San Francisco. **Proceedings...** San Francisco: SPIE, 2015.

DIETZ, M.; DICKSON, D. Encouraging rain garden installation with a smart phone app. **Journal of Extension**, West Lafayette, v. 51, n. 2, Apr. 2013.

ENVIRONMENTAL INFORMATION EXCHANGE NETWORK - EIEN. Disponível em: <<https://www.epa.gov/exchangenetwork/learn-about-environmental-information-exchange-network>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM - ENVIS. Disponível em: <<http://envis.nic.in/Content/AboutUs.aspx>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Coping with water scarcity; an action framework for agriculture and food security**. Rome: FAO, 2012a. 100 p.

_____. **Information system on water and agriculture - AQUASTAT**. Rome: FAO, 2016a. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/About_us/index.stm>. Acesso em: 24 mar. 2016.

_____. Mobile technologies for food security, agriculture and rural development Role of the public sector. In: WORKSHOP THE FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Bangkok, 2012b. **Proceedings...** Bangkok: FAO, 2012b. p. 1-57.

_____. **Sustainability**. Rome: FAO, 2016b. Disponível em: <<http://www.fao.org/sustainability/en/>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

_____. **Understanding AQUASTAT: FAO's global water information system**. Rome: FAO, 2014. 15 p.

_____. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW): managing systems at risk**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. 308 p.

FORTUN, K. Environmental information systems as appropriate technology. **Design Issues**, Cambridge, v. 20, n. 3, p. 54-65, July 2004.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA -UNICEF. **25 years progress on sanitation and drinking water: 2015 update and MDG assessment.** New York: UNICEF, 2015. 90 p.

GALEAZZO, D. A. et al. A small step towards the citizen sensor: A multi-purpose framework for mobile apps. In: IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, 2015, Milan. **Proceedings...** Milan: IEEE, 2015. p. 1348-1350.

GALLIVAN, M. J. Value in triangulation: a comparison of two approaches for combining qualitative and quantitative methods. In: LEE, A. S.; LIEBENAU, J. **Information systems and qualitative research.** Pennsylvania: IFIP, 1997. p. 417-443.

GARABA, S. et al. O. Classifying natural waters with the forel-ule colour index system: Results, applications, correlations and crowdsourcing. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 12, n. 12, p. 16096-16109, 2015.

GARTNER. **Gartner says mobile app stores will see annual downloads reach 102 billion in 2013.** Stanford: [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2592315>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

GARTNER. **Mobile application stores - gartner it glossary.** [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://www.gartner.com/it-glossary/mobile-application-stores>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

GOMES, J. et al. Managing a coastal sensors network in a nowcast-forecast information system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BROADBAND, WIRELESS COMPUTING, COMMUNICATION AND APPLICATIONS, 8., 2013, Compiègne. **Proceedings...** Compiègne: BWCCA, 2013. p. 518-523.

GOOGLE. **Google play store.** [S.l.: s.n.], 2016a. Disponível em: <<https://play.google.com/store?hl=en>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

_____. **Informações legais do Google Play.** [S.l.: s.n.], 2016b. Disponível em: <https://play.google.com/intl/pt-BR_br/about/play-terms.html>. Acesso em: 17 mar. 2016.

_____. **Select a category for your app or game.** [S.l.: s.n.], 2016c. Disponível em: <<https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/113475?hl=en>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

GRAFTON, Q. R. et al. **Global water: issues and insights.** Camberra: ANU Press, 2014. 248 p.

HADDAWAY, N. R. et al. Making literature reviews more reliable through application of lessons from systematic reviews. **Conservation Biology**, Washington, v. 29, n. 6, p. 1596–1605, Dec. 2015.

HAKLAY, M. **From environmental information systems to environmental informatics: evolution and meaning.** London: Centre for Advanced Spatial Analysis, 1999. 30 p.

HANDAL, B. et al. A framework for categorising mobile applications in mathematics education. In: AUSTRALIAN CONFERENCE ON SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION, 2013, Australia. **Proceedings...** Australia: Australian National University, 2013. p. 142-147.

HARVARD UNIVERSITY. **Research methods: some notes to orient you.** Harvard: Harvard University, 2005. 20 p. Disponível em: <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic851950.files/Research%20Methods_Some%20Notes.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

HOSSAIN, M. A. et al. Early warning smartphone diagnostics for water security and analysis using real-time pH mapping. **Photonic Sensors**, Amsterdam, v. 5, n.4, p. 289-297, Dec. 2015.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS - IEEE. **Std 610.12: standard glossary of software engineering terminology.** New York: IEEE, 1990. 84p. Disponível em: <http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/IEEE_SoftwareEngGlossary.pdf>. Acesso em 29 Set. 2015.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Igam lança portal com informações sobre recursos hídricos.** Belo Horizonte: IGAM, 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/1475-igam-lanca-portal-com-informacoes-sobre-recursos-hidricos>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

INTERNATIONAL GROUNDWATER RESOURCES ASSESSMENT CENTRE - IGRAC. Disponível em: <<http://www.un-igrac.org/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

IONEL, R. et al. Implementation of a GPRS based remote water quality analysis instrumentation. **Measurement**, Amsterdam, v. 65, p. 81-93, Apr. 2015.

ISLAM, R.; ISLAM, R.; MAZUNDER, T. A. Mobile application and its global impact. **International Journal of Engineering & Technology**, Rawalpindi Cantt, v. 10, n. 672, p. 72-78, Dec. 2010.

JABREF. **JabRef reference manager**. [S.l.: s.n.]: 2016. Disponível em: <<http://jabref.sourceforge.net/>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

JAGUEY, J. G. et al. Smartphone Irrigation Sensor. **IEEE Sensors Journal**, Manchester, v. 15, n.9, p. 5122-5127, Sept. 2015.

JEPSON, P.; LADLE, R. Nature apps: waiting for the revolution. **Ambio**, Stockholm, v. 44, n. 8, p. 827-832, Dec. 2015.

KHAN, K. S. et al. **Systematic reviews to support evidence-based medicine: how to review and apply findings of healthcare research**. London: Royal Society of Medicine Press, 2003. 136 p.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Keele: Software Engineering Group School of Computer Science and Mathematics Keele, 2007. 65 p.

KOTOVIRTA, V. et al. Citizen science for earth observation: applications in environmental monitoring and disaster response. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Berlin, v. 40, n. 7, p. 1221-1226, May 2015.

KWON, W.-A. et al. Changes in urination according to the sound of running water using a mobile phone application. **PLoS One**, San Francisco, v. 10, n. 5, p. e0126798, 2015.

LANGAT, M. et al. Monitoring using mobile technology: the case of dispensers for safe water. In: INTERNATIONAL CONFERENCE: DELIVERING WATER, SANITATION AND HYGIENE SERVICES IN AN UNCERTAIN ENVIRONMENT, 36., 2013, Kenya. **Proceedings...** Kenya: WEDC, 2013. p. 1-4.

LEE, A. S.; LIEBENAU, J. Information systems and qualitative research. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND QUALITATIVE RESEARCH, Pennsylvania, 1997. **Proceedings...** Pennsylvania: IFIP, 1997. p. 1-8.

LEMOS, D. S.; LEMOS, T. R. M. de S. Aspectos jurídicos da sustentabilidade da água. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v. 12, n. 71, dez. 2009. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=6994&n_link=revista_artigos_leitura>. Acesso em: 15 mar. 2016.

LUTHI, B.; PHILIPPE, T.; PENA-HARO, S. Mobile device app for small open-channel flow measurement. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENVIRONMENTAL MODELLING AND SOFTWARE: BOLD VISIONS FOR ENVIRONMENTAL MODELING, 7., 2014, San Diego. **Proceedings...** San Diego: iEMSs, 2014. p. 283-287.

MALYKHINA, E. **8 apps that turn citizens into scientists**. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com/article/8-apps-that-turn-citizens-into-scientists/>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

MARKARD, J.; TRUFFER, B. Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. **Research Policy**, Amsterdam, v. 37, n. 4, p. 596-615, May 2008.

MARTÍNEZ-PÉREZ, B. et al. Comparison of mobile apps for the leading causes of death among different income zones: a review of the literature and app stores. **JMIR Mhealth and Uhealth**, Toronto, v. 2, n. 1, p. e1, Jan./Mar. 2014.

MELVILLE, N. P. Information systems innovation for environmental sustainability. **MIS Q.**34, Minneapolis, v. 34, n. 1, p. 1-21, 2010.

MERRET, S.; ALLAN, J. A.; LANT, C. Virtual water: the water, food, and trade nexus. useful concept or misleading metaphor? **Water International**, London, v. 28, n. 1, p. 106-113, Mar. 2003.

MESAS-CARRASCOSA, F. et al. Real-time mobile phone application to support land policy. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 85, p. 109-111, July 2012.

MIGLIACCIO, K. et al. Performance evaluation of urban turf irrigation smartphone app. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 118, p. 136-142, Oct. 2015.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, 1999.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Portaria nº 160 de 19 de maio de 2009. Institui a Política de Informação do Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 maio 2009.

_____. **Sistema de informações gerenciais do meio ambiente**. Brasília: MMA, 2016a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-de-informa%C3%A7%C3%B5es-gerenciais-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

_____. **Sistema nacional de informação sobre meio ambiente**. Brasília: MMA, 2016b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

NEWMAN, I. ; BENZ, R. C. **Qualitative-quantitative research methodology: exploring the Interactive Continuum**. Illinois: Southern Illinois University Press, 1998. 240 p.

NIELSEN. **Smartphones: so many apps, so much time**. New York: Nielsen Company, 2014. Disponível em: <<http://www.nielsen.com/us/en/insights/news/2014/smartphones-so-many-apps--so-much-time.html>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

NOEL, S. et al. Watershed delineation in the field: A new approach for mobile applications using LiDAR elevation data. In: **American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting**, Saint Joseph, p. 4620-4633, July 2013.

NOVOA, S.; WERNAND, M.; VAN DER WOERD, H. J. WACODI: a generic algorithm to derive the intrinsic color of natural waters from digital images. **Limnology and Oceanography-Methods**, Honolulu, v. 13, n. 12, p. 697-711, Dec. 2015.

ONG, A. A.; GILLESPIE, B. M. Overview of smartphone applications for sleep analysis, **World Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery**, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 45-49, Mar. 2016.

PETSAS, T. et al. Rise of the planet of the apps: a systematic study of the mobile app ecosystem. In: CONFERENCE ON INTERNET MEASUREMENT CONFERENCE, 2013, New York. **Proceedings...** New York: ACM, 2013. p. 277-290.

PITT, L. et al. Integrating the smartphone into a sound environmental information systems strategy: Principles, practices and a research agenda. **The Journal of Strategic Information Systems**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 27-37, Mar. 2011.

POLADIA, M.; FAKATKAR, P. K.; RATHOD, S. S. Designing an economical system to detect escherichia coli bacteria colonies in remote locations for water quality assessment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEXT GENERATION COMPUTING TECHNOLOGIES, 1., 2015, Dehradun. **Proceedings...** Dehradun: IEEE, 2015. p. 471-474.

PONGSIRIYAPORN, B. et al. Flood finder: mobile-based automated water level estimation and mapping during floods. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE DIGITAL EARTH, 8., 2014, Kuching. **Proceedings...** Kuching: IOP, 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. 2006. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=1044>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

QIANG, C. Z. et al. **Mobile applications for agriculture and rural development**. New York: World Bank Other Operational Studies, 2011. 120 p.

REIN, P.; CHAMPANIS, M.; RIVETT, U. Drop drop: prototyping a mobile application educating on the water system through private meter readings. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATIONS, 6., 2013, New York. **Proceedings...** New York: ACM, 2013. p. 124-127.

ROSA, V. Ambicare: monitoramento ambiental usando dispositivos móveis. **Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia**, Passo Fundo, v. 1, n. 2, p. 43-49, ago./dez. 2014.

SANZ, B. et al. On the automatic categorisation of android applications. In: IEEE CONSUMER COMMUNICATIONS AND NETWORKING CONFERENCE, 2012, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: IEEE, 2012. p. 149-153.

SESMA, J. et al. A mobile application to calculate optimum drip irrigation laterals. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 151, p. 13-18, Mar. 2015.

SHARED ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM - SEIS. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/archives/seis/what.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

SICARD, C. et al. Tools for water quality monitoring and mapping using paper-based sensors and cell phones. **Water Research**, Amsterdam, v. 70, p. 360-369, Mar. 2015.

SILVA, T. A. Avaliação do acesso ao SINIMA: sistema nacional de informação sobre o meio-ambiente. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362007000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22 jun. 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS - SNIRH. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/o-que-e>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

STATISTA. **Mobile phone users worldwide 2013-2019**. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/274774/forecast-of-mobile-phone-users-worldwide/>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

_____. **Number of apps available in leading app stores**. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

STEFANOVIC, N. et al. Composite Web Information System for Management of Water Resources. **Water Resources Management**, Amsterdam, v. 29, n. 7, p. 2285-2301, Feb. 2015.

STOKES, E. D. **Pasteur's quadrant**: basic science and technological innovation. Washington: Brookings Institution Press, 1997. 180 p.

SUTHERIN, S.; LOMBARD, K.; HILAIRE, R. Southwest plant selector: a mobile app for homeowners. **HortTechnology**, Alexandria, v. 23, n. 5, p. 602-609, Oct. 2013.

SUZUKI, S. et al. Developing networking functions for ENE-FARM residential fuel cell cogeneration systems. In: INTERNATIONAL GAS RESEARCH CONFERENCE, Copenhagen, 2014. **Proceedings...** Copenhagen: Government Institutes, 2014. p. 450-460.

TEH, S. Y.; KOH, H. L. Mobile apps for water quality simulation. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING, ASSESSMENT AND LEARNING FOR ENGINEERING, 2013, Bali. **Proceedings...** Bali: IEEE, 2013. p. 182-187.

THE WATER INFORMATION SYSTEM FOR EUROPE - WISE. Disponível em: <<http://water.europa.eu/info>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

TIBES, C. M. S.; DIAS, J. D.; ZEM-MASCARENHAS, S. H. Aplicativos móveis desenvolvidos para a área da saúde no Brasil. **Revista Mineira de Enfermagem**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 471-478, abr. 2014.

UN WATER. **Coping with water scarcity**: challenge of the twenty-first century. New York: UN Water, 2007. 29 p.

_____. **Water security & the global water agenda**. Canada: United Nations University, 2013. 47 p.

UNESCO-IHE. **Information & knowledge systems**. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<https://www.unesco-ihe.org/research-themes/information-knowledge-systems>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

UNESCO-IHP. **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2016**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/ihp/>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

UNITED NATIONS - UN. **The millennium development goals report 2015**. United Nations: New York, 2015. 75 p.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME - UNDP. **Human development report 2006**: beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis. New York: UNDP, 2006. 440 p.

_____. **Sustainable development goals**. New York: UNDP, 2015. 21 p.

_____. **UNDP support to the implementation of sustainable development goal 6: sustainable management of water and sanitation**. New York: UNDP, 2016. 12 p.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **Population division world population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables**. New York: UN-DESA, 2015. 66 p.

UTEST. **The essential guide to mobile app testing**. Southborough: UTEST, 2012. 48 p. Disponível em:
<http://core.ecu.edu/STRG/materials/uTest_eBook_Mobile_Testing.pdf>.
Acesso em: 19 mar. 2016.

VELLIDIS, G. et al. A smartphone app for precision irrigation scheduling in cotton. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 10., 2015, Florida. **Proceedings...** Florida: ECPA, 2015. p. 701-708.

VIEIRA, A.J.; GARRETT, J.M. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. **Family Medicine**, Chapel Hill, v.37, n. 5, p. 360-363, May 2005.

VISVANATHAN, A.; HAMILTON, A.; BRADY, R. R. W. Smartphone apps in microbiology: is better regulation required? **Clinical Microbiology and Infection**, England, v. 18, n. 7, p. E218-220, July 2012.

WORLD BANK. **World development report 2014: concept note**. Washington: World Bank Group, 2014. 21 p.

_____. **World development report 2016: digital dividends overview**. Washington: World Bank Group, 2016. 359 p.

WORLD ECONOMIC FORUM - WEF. **The global risks report 2015: 11th ed.** Geneva: WEF, 2015. 10 p.

_____. **The global risks report 2016: 11th ed.** Geneva: WEF, 2016. 103 p.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - WWAP. **The united nations world water development report 3: water in a changing world**. Paris: UNESCO, 2009. 349 p.

_____. **The United Nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk: volume 1.** Paris: UNESCO, 2012. 407 p.

_____. **The United Nations world water development report 2014: water and energy.** Paris: UNESCO, 2014. 230 p.

_____. **The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world.** Paris: UNESCO, 2015. 139 p.

_____. **The United Nations world water development report 2016: water and jobs.** Paris: UNESCO, 2016. 164 p.

WURZER, P. et al. Smartphone applications in burns. **Burns**, Dallas, v. 41, n. 5, p. 977-989, Aug. 2015.

YAN, W. H. et al. An informatics approach for smart evaluation of water quality related ecosystem services. **Annals of Data Science**, Berlin, v. 3, n. 9, p. 1-14, 2016.

YU, E. Information systems (in the Internet Age). In: SINGH, M. P (Ed.). **Practical handbook of internet computing.** Boca Raton: CRC Press, 2004. Cap. 33, p. 1-23.

ZHU, T.; YAN, J.; ZHAO, Y. What special about Top-N recommendation for mobile app stores. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY AND ELECTRONIC COMMERCE, 2., 2014, Dalian. **Proceedings...** Dalian: IEEE, 2014. p. 306-310.