

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

RAFAEL BALEN DEITOS

**DESENVOLVIMENTO DE UM DATA WAREHOUSE E DE UMA INTERFACE WEB
PARA CONSULTA DE DADOS METEOROLÓGICOS NA REGIÃO NORDESTE DO
RIO GRANDE DO SUL**

CAXIAS DO SUL – RS

2017

RAFAEL BALEN DEITOS

**DESENVOLVIMENTO DE UM DATA WAREHOUSE E DE UMA INTERFACE WEB
PARA CONSULTA DE DADOS METEOROLÓGICOS NA REGIÃO NORDESTE DO
RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do título de Bacharelado em
Sistemas de Informação pela Universidade
de Caxias do Sul, orientado pelo Professor
Daniel Luis Notari.

CAXIAS DO SUL – RS

2017

RESUMO

Muitas cidades da região nordeste do Rio Grande do Sul têm como base econômica o agronegócio. A variação climática é uma das fontes de maior risco à atividade agro econômica. Sabendo que área de sistemas de informação pode auxiliar diversas áreas do conhecimento, um sistema de monitoramento agro meteorológico proporcionaria um apoio ao desenvolvimento econômico destas áreas que se beneficiam do agronegócio. Para auxiliar este tipo de sistema pode ser usado um sistema de Business Intelligence. Este, por sua vez, permite a construção de recursos de análise de informação para melhorar a tomada de decisão do usuário final da aplicação. Um Data Warehouse faz parte de um ambiente de Business Intelligence como um banco de dados específico para a realização de análise de dados e apoio a tomada de decisões. Para atingir o objetivo proposto, foi desenvolvida uma solução que consiste no desenvolvimento de uma interface WEB com elementos de visualização de dados para a consulta de informações meteorológicas a partir da implementação de um Data Warehouse. Para validação deste trabalho, foram realizados testes unitários e testes de usuário com o Software. Considera-se que os resultados obtidos são promissores e demonstram a viabilidade do uso de apresentação de dados agro meteorológicos de forma gráfica para análise de dados.

Palavras-chave: Sistemas de Informação, Business Intelligence, Data Warehouse, Agrometeorologia.

ABSTRACT

Many cities in the northeast region of Rio Grande do Sul have agribusiness as their economic base. The climatic variation is one of the sources of greater risk to the agro economic activity. Knowing that the area of information systems can support several areas of knowledge, an agrometeorological monitoring system would provide support for the economic development of these areas that benefit from agribusiness. To support this type of system a Business Intelligence system can be used. This, in turn, allows the construction of information analysis features to improve the decision-making of the end-user of the application. A Data Warehouse is part of a Business Intelligence environment as a specific database for performing data analysis and decision support. In order to reach the proposed objective, it was developed a solution that consists in the development of a WEB interface with elements of data visualization for the consultation of meteorological information from the implementation of a Data Warehouse. To validate this work, unit tests and user tests were performed with the Software. It is considered that the results obtained are promising and demonstrate the feasibility of using agro-meteorological data in a graphical way for data analysis.

Key-Words: Information Systems, Business Intelligence, Data Warehouse, Agrometeorology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferença entre dado, informação e conhecimento.	12
Figura 2 – Processo de ETL.	14
Figura 3 – Estrutura de BI.	15
Figura 4 – Representação de um Modelo Multidimensional.	16
Figura 5 – Modelo Lógico do Banco de Dados Atual.	27
Figura 6 – Diagrama de Caso de Uso proposto.	29
Figura 7 – Protótipo de Tela do Caso de Uso Realizar Consulta.	32
Figura 8 – Protótipo de tela do caso de uso Realizar Contato.	34
Figura 9 – Modelo Multidimensional Proposto.	36
Figura 10 – Arquitetura de Software Proposta.	38
Figura 11 – Modelo Multidimensional do Banco de Dados Atualizado.	41
Figura 12 – Exemplo de Arquivo Recebido.	42
Figura 13 – Exemplo Funcionamento do Campo de Seleção.	45
Figura 14 – Requisição das Cidades no Banco de Dados.	46
Figura 15 – Declaração dos Tipos de Medição.	46
Figura 16 – Exemplo Funcionamento do Campo de Data.	47
Figura 17 – Exemplo Busca de Informações de Medição Diária.	48
Figura 18 – Exemplo Busca de Informações de Medição por Período.	48
Figura 19 – Exemplo de Inserção nos Conjuntos de Dados Com os Vetores.	50
Figura 20 – Exemplo de Declaração de Gráfico.	50
Figura 21 – Requisição do Resumo de Informações do Banco de Dados.	51
Figura 22 – Procedimento de Validação da Autenticação do Usuário no Sistema. ...	52
Figura 23 – Procedimento de Exportação de dados.	53
Figura 24 – Procedimento de Envio de E-mail.	54
Figura 25 – Teste 1 dos Gráficos da Interface WEB.	59
Figura 26 – Teste 2 dos Gráficos da Interface WEB.	60
Figura 27 – Teste 3 dos Gráficos da Interface WEB.	61
Figura 28 – Teste 1 do Resumo Diário de Informações da Interface WEB.	61
Figura 29 – Teste 1 do Login/Exportação da Interface WEB.	62
Figura 30 – Teste 2 do Login/Exportação da Interface WEB.	62
Figura 31 – Teste 3 do Login/Exportação da Interface WEB.	63
Figura 32 – Teste 4 do Login/Exportação da Interface WEB.	63
Figura 33 – Teste 1 de Entrar em Contato da Interface WEB.	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação da Quantidade de Trabalhos Analisados.....	18
Quadro 2 – Representação dos Trabalhos Escolhidos.	19
Quadro 3 – Conteúdo em Comum Abordado nos Trabalhos Revisados.....	24
Quadro 4 – Caso de Uso Construir Gráfico.....	30
Quadro 5 – Caso de Uso Buscar Resumo Diário.	31
Quadro 6 – Caso de Uso Realizar Contato.	33
Quadro 7 – Processo de ETL.....	43

LISTA DE SIGLAS

Sigla	Significado (Inglês)	Significado (Português)
BI	Business Intelligence	Inteligência nos Negócios
CAPES	Commission for the Improvement of Higher Education Personnel	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>	Folhas de Estilo em Cascata
CSV	Comma-separated Values	Valores separados por Vírgula
DML	Data Manipulation Language	Linguagem de Manipulação de Dados
DW	Data Warehouse	Armazém de Dados
DMt	Data Mart	Data Mart
ER	Entity-Relationship	Entidade-Relacionamento
ETL	Extract, Transform and Load	Extração, Transformação e Carga
HTML	HyperText Markup Language	Linguagem de Marcação de Hipertexto
JS	Javascript	Javascript
PHP	Hypertext Preprocessor	Pré-processador de hipertexto
SI	Information System	Sistema de Informação
SIA	Environmental Information System	Sistema de Informação Ambiental
OLAP	Online Analytic Processing	Processamento Analítico Online
SciELO	Scientific Electronic Library Online	Biblioteca Eletrônica Científica Online

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA	10
1.3	OBJETIVO DO TRABALHO	11
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	BUSINESS INTELLIGENCE	12
2.2	TRABALHOS RELACIONADOS	17
3	METODOLOGIA	26
3.1	ESTRUTURA ATUAL DO PROJETO	26
3.2	REQUISITOS DO SOFTWARE	28
3.2.1	Requisitos do usuário	28
3.2.2	Requisitos do sistema	34
3.2.3	Requisitos não funcionais	37
3.3	ARQUITETURA DE SOFTWARE	37
3.4	TECNOLOGIAS PROPOSTAS	38
3.4.1	Front-end	38
3.4.2	Back-end	39
3.4.3	Banco de dados	39
4	IMPLEMENTAÇÃO	40
4.1	CRIAÇÃO DO DATA WAREHOUSE	40
4.2	ATUALIZAÇÃO DATA WAREHOUSE	42
4.3	DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO	45
4.4	INSTALAÇÃO	55
5	TESTES DA APLICAÇÃO	58
5.1	TESTES UNITÁRIOS	58
5.2	TESTES COM USUÁRIO	65
6	CONCLUSÃO	67
6.1	SÍNTESE	67
6.2	CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	68
6.3	TRABALHOS FUTUROS	69

1 INTRODUÇÃO

Um sistema de informação pode ser definido como um agrupamento de componentes que se comunicam para coletar, processar, armazenar e distribuir informações. Os sistemas de informação compreendem informações sobre diversas situações, como pessoas, locais e dados relevantes para a organização ou para o ambiente que ela está exposta (LAUDON e LAUDON, 2007).

A informação é utilizada por pessoas a todo momento para alertar, estimular, prevenir-se, revelar outras alternativas e fundamentar as tomadas de decisões (ELEUTERIO, 2015). Neste caso, informação é um aspecto de apresentação de dados de forma que eles tenham um significado para as pessoas que o veem. Do contrário, dados, são informações em sua forma mais bruta, que representam apenas eventos que estão ocorrendo, não estando organizados de uma forma que possam ser entendidos e aproveitados (LAUDON e LAUDON, 2007).

Investimentos em tecnologia da informação são examinados cada vez mais quanto ao seu impacto em resultados financeiros de todas as áreas do conhecimento (TURBAN, 2008). O Business Intelligence (BI) é um tipo de sistema de informação, com o objetivo de permitir o acesso interativo aos dados, proporcionando também a possibilidade de manipulação destes dados para uma análise adequada. Ao realizar uma análise de dados, situações e desempenhos históricos e atuais, os usuários tomadores de decisão conseguem valiosas ideias que auxiliam na tomada de decisão (TURBAN, 2008).

Tecnologias visuais podem abranger uma enorme quantidade de dados em uma única imagem e tornar as aplicações de suporte à decisão mais atraentes e entendíveis aos usuários. Durante a utilização de tecnologias visuais de análise, usuários que não são técnicos podem realizar a análise de dados. A visualização de dados é ainda mais fácil de implementar quando os dados necessários estão em um DW (TURBAN, 2008).

Um Data Warehouse (DW) é um dos componentes de um BI. Um DW, é um repositório de dados preparado para dar suporte a aplicações de tomada de decisões (TURBAN, 2008).

Diversas áreas do conhecimento podem-se beneficiar da aplicação de sistemas de informação e tecnologia da informação. Como a agricultura é profundamente influenciada pelas condições do clima, o conhecimento destas

condições é fundamental ao setor do agronegócio para auxílio de tomadas de decisão (ALENCAR, 2016).

O Brasil por sua vez, é um dos maiores produtores de alimentos de todo o mundo devido à sua enorme extensão territorial e seus diversos climas. Todas as pessoas são dependentes do clima em que estão localizadas. Seus hábitos, cultura, modo de vida e até mesmo sua alimentação estão ligados ao fator clima. As condições temporais do planeta como radiação solar, temperatura, pressão atmosférica, chuva, nebulosidade e inúmeros outros fatores podem fazer com que um único local enfrente diversas variações meteorológicas diariamente. Para entender os aspectos do tempo e do clima de uma região, são necessárias tecnologias que busquem informações e após coletadas, reúnem e organizam estas, para compreender o estado imediato e médio da atmosfera. A agrometeorologia estuda as relações entre os elementos climáticos e avalia estes fenômenos que influenciam a atividade e a produção agrícola (ALVARENGA; MORAES; AZEVEDO, 2015).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A variação climática é um dos fatores mais influentes quando o assunto é agronegócio. Neste contexto foi iniciado o projeto de implantação de um observatório integrado de informações agrometeorológicas, o qual tem como objetivo promover o desenvolvimento de uma plataforma de apoio ao desenvolvimento rural da região do nordeste do Rio Grande do Sul.

No presente momento, já houve a instalação das estações meteorológicas automáticas. Os dados emitidos por estas estações são captados por uma ferramenta desenvolvida pela Universidade de Caxias do Sul e armazenados. Existia um portal WEB para a consulta dos dados meteorológicos, porém o mesmo, foi desativado por não suprir as necessidades que os usuários demandavam. Este portal não era atrativo, funcional e não disponibilizava os dados de forma significativa ao usuário.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Tendo em mente o problema de pesquisa apresentado, foi formulada a seguinte questão de pesquisa: “Qual a forma mais adequada de organizar e disponibilizar os dados meteorológicos para melhorar a consulta destes? ”

1.3 OBJETIVO DO TRABALHO

O Objetivo deste trabalho é desenvolver um DW e uma interface WEB que permita a consulta de dados agro meteorológicos.

A fim de atingir o objetivo mencionado, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Pesquisar e selecionar técnicas de DW, mapeamento e disponibilização de dados;
- b) Elaborar a proposta de solução;
- c) Desenvolver um Data Warehouse para facilitar a consulta dos dados;
- d) Desenvolver uma interface WEB para a consulta e abstração dos dados meteorológicos que aplique as técnicas de visualização;
- e) Realizar teste unitários sobre as funcionalidades do portal;

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: no Capítulo 2 são expostas as fundamentações teóricas sobre *Business Intelligence* e pesquisados trabalhos relacionados com o presente trabalho a fim de verificar as tendências atuais. No Capítulo 3 é apresentado toda a metodologia utilizada para a proposta de solução deste trabalho. No Capítulo 4 é apresentado todo o desenvolvimento do DW e da aplicação WEB, juntamente com o método de instalação da aplicação. Dentro do Capítulo 5 são testadas e demonstradas as funcionalidades da aplicação desenvolvida, bem como são dispostos testes com usuário. O Capítulo 6 compreende a conclusão dos objetivos atingidos por este trabalho, juntamente com oportunidades de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

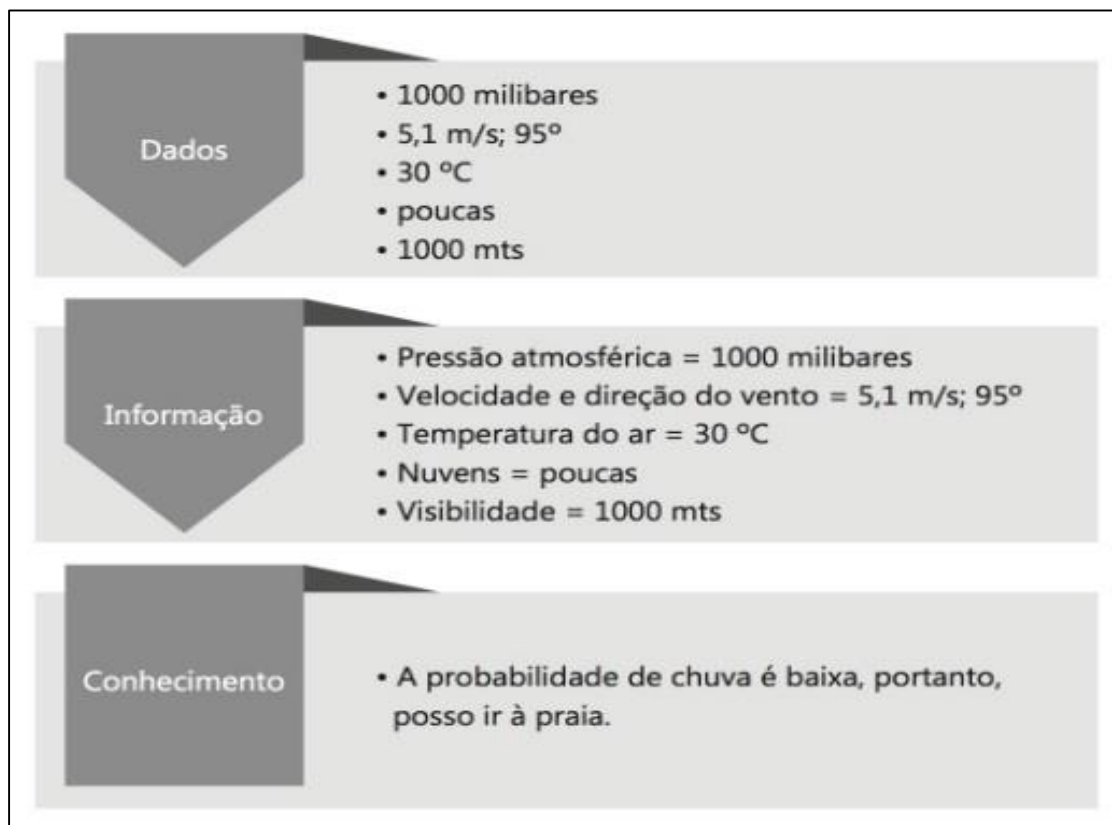
De forma a permitir o entendimento conceitual de técnicas para uma melhor visualização de dados, o presente capítulo está organizado em duas seções, a primeira que trata de questões de *Business Intelligence*, *Data Warehouse* enquanto a segunda apresenta uma revisão de trabalhos relacionados com o conteúdo abordado.

2.1 BUSINESS INTELLIGENCE

Com os avanços da tecnologia, as enormes capacidades de captação de dados de alguns recursos têm superado a capacidade da análise e extração de conhecimento dos dados. Em um cenário como este, é necessária a aplicação de técnicas que transformem os dados disponíveis em informações úteis que representem conhecimento (NUNES, 2016).

Antes de entrarmos especificamente no assunto de BI, para fins de entendimento de seu funcionamento, precisamos entender a diferença entre dado, informação e conhecimento (Figura 1).

Figura 1 - Diferença entre dado, informação e conhecimento.



Fonte: (NUNES, 2016).

Dados são elementos brutos sem um significado, sendo desvinculados de sentido. Dados podem ser totalmente descritos através de representações formais estruturadas, sendo possível então o seu armazenamento em um computador ou processados por ele. Eles são também a matéria prima da informação (SETZER, 1999; ANGELONI, 2003).

Conforme MacDonough apud Lussato (1991 apud ANGELONI, 2003, p. 18), as informações são dados com significado, são o resultado da junção de uma situação de decisão com um conjunto de dados, ou seja, são dados contextualizados que visam fornecer alguma solução.

Conhecimento é a escolha apropriada de Informação, tal que a sua intenção é ser útil (KOCK, 1997). O conhecimento é a informação mais valiosa pois alguém deu à informação um contexto e um sentido de interpretação. O conhecimento está mais próximo da ação pois é ele que utilizamos como base para uma tomada de decisões mais coerentes (DAVENPORT, 1998; DAVENPORT e PRUSAK, 2003).

BI é um termo que engloba arquiteturas, ferramentas, banco de dados, aplicações e metodologias. O principal objetivo de um BI é permitir o acesso interativo aos dados, sendo também possível o manuseio da forma de apresentação destes dados para que sejam mais facilmente interpretados, criando conhecimento, facilitando a análise e ajudando os usuários em sua tomada de decisão (TURBAN, 2008). Um BI torna-se mais relevante quando se busca precisão na tomada de decisões baseadas em informação exata e em tempo real (GÓMEZ, 2013).

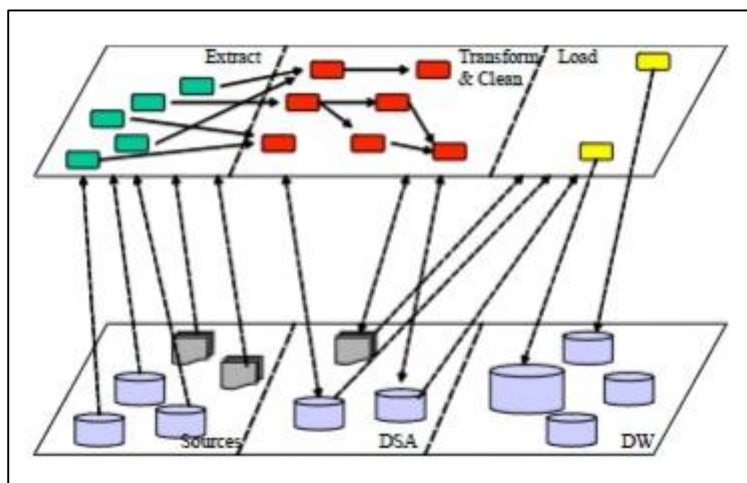
Sistemas de BI combinam dados operacionais com ferramentas de análise para apresentar informações complexas e competitivas para tomada de decisão. Neste sentido um BI é utilizado para entender suas próprias capacidades, tendências, direções futuras e o ambiente em que se está exposto (NEGASH, 2004).

O melhor que um BI pode proporcionar são informações entregues na hora certa, no local certo, e na forma certa de apresentação para os tomadores de decisões (NEGASH, 2004). O conceito de BI envolve a utilização de um tipo de transformação de dados em informação e, assim, gerar o conhecimento necessário para a melhor tomada de decisão (DUCLÓS e SANTANA, 2009).

Um BI é a tecnologia que permite a construção de recursos analíticos a partir de fontes de dados, utilizando-se do processo de *Extract, Transform and Load* (ETL) para agrupar dados em uma base de dados analítica (DUCLÓS e SANTANA, 2009). Ferramentas de ETL são essenciais para a integração de dados específicos em um

sistema de informação (CHEN; CHIANG; STOREY, 2012). Um BI contém uma arquitetura para aplicar o ETL, para isto, vejamos a Figura 2.

Figura 2 – Processo de ETL.



Fonte: (FERREIRA et al., 2010).

O processo de extração realiza a leitura e compreensão de dados de uma ou mais origens (MONTEIRO; PINTO; COSTA, 2004). A extração destes dados é realizada através de rotinas de extração que buscam as informações originais ou levemente modificadas da origem (FERREIRA et al., 2010).

Posteriormente, no processo de ETL, com os dados extraídos, começa então a parte de transformação dos dados. A etapa de Transformação de dados também engloba o processo de Limpeza dos Dados. A transformação é necessária pois os dados que foram extraídos de diversas fontes não estão integrados, sendo assim necessário a transformação e combinação destas fontes de dados. Uma limpeza dos dados deve detectar e remover todos os elementos que contenham erros e inconsistências, tanto dos dados individuais de cada fonte como dos dados após a integração das múltiplas fontes (RAHM e DO, 2000).

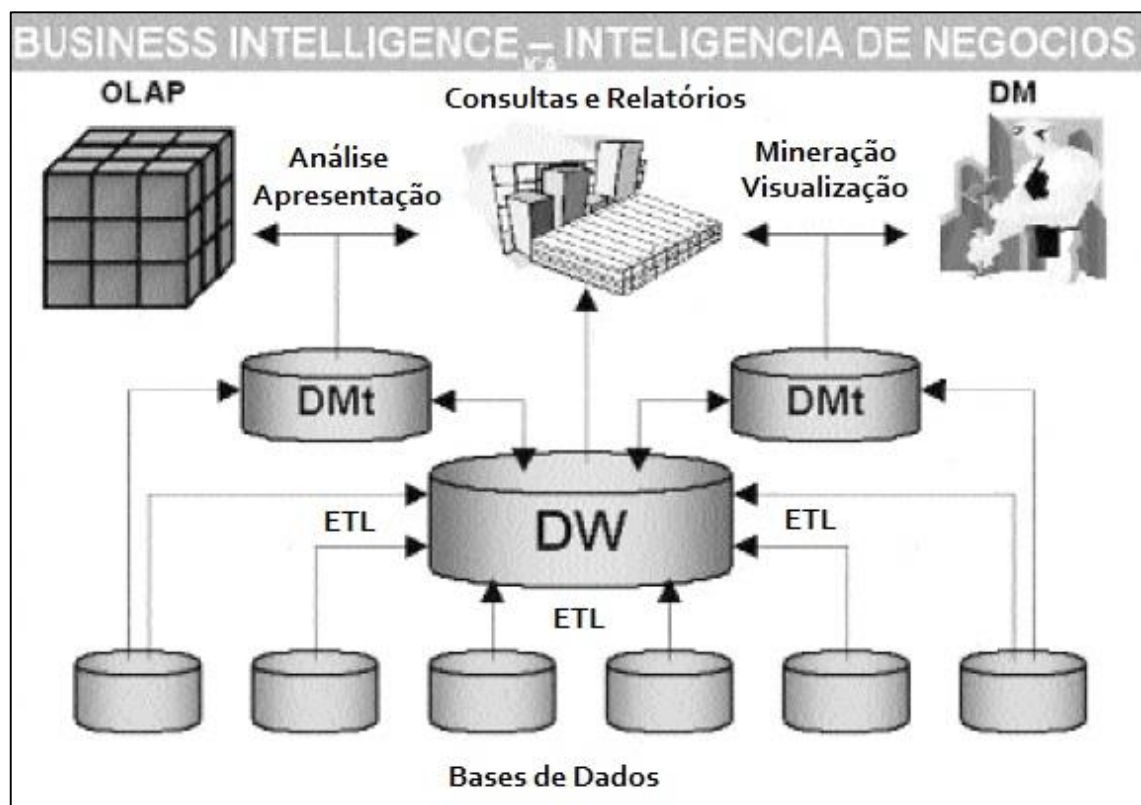
Após o processo de transformação, ocorre o processo de carga dos dados. Neste meio, são processados os dados, de forma a respeitar as restrições de integridade e obedecendo o mapeamento do esquema do DW, criando assim uma visão concretizada e unificada das fontes (FERREIRA et al., 2010).

Ao realizar a utilização do processo ETL para inserção de dados em um DW, deve ser analisado nos mínimos detalhes a estrutura que os dados que serão apresentados ao usuário final, a fim de produzir aplicações simples e fáceis de utilizar

(KIMBAL e CASERTA, 2004). Ferramentas de BI, são responsáveis pela interface que o tomador de decisão terá com as informações armazenadas na estrutura de um DW. Sendo assim, um BI deve garantir velocidade, robustez e facilidade de uso para o usuário final da aplicação (ELIAS, 2014).

Para ter-se um melhor entendimento e contextualização de uma estrutura de um BI, a Figura 3 apresenta uma estrutura típica deste sistema.

Figura 3 – Estrutura de BI.



Fonte: Adaptado de ARANÍBAR (2003).

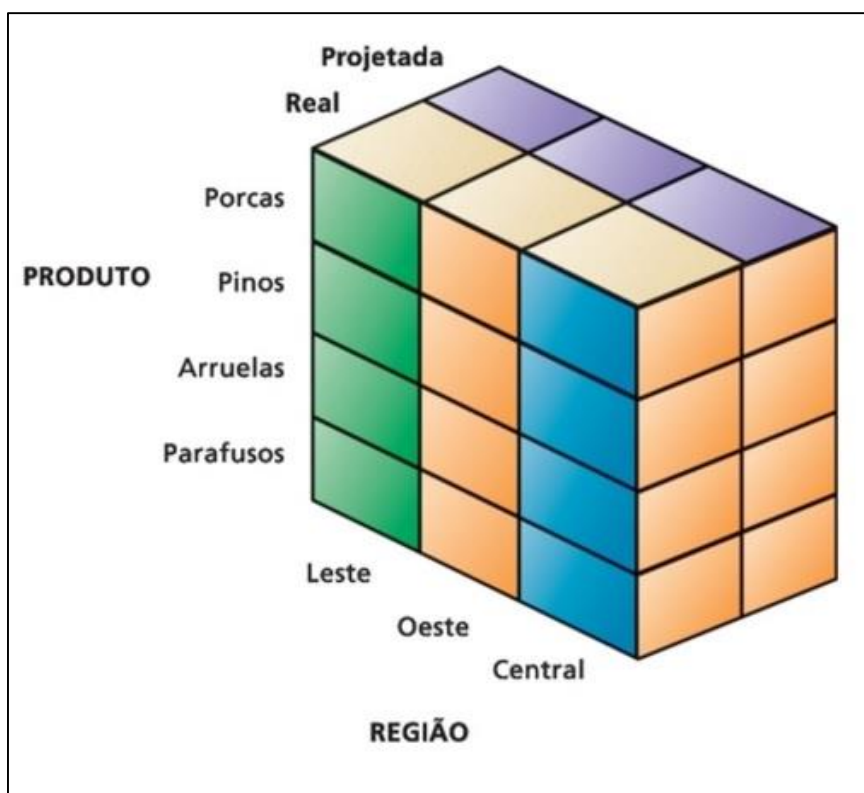
Um sistema de DW, de acordo com Kimbal e Caserta (2004, p.22), "...é o processo de retirar dados legados, de sistemas de banco de dados transacionais e transformá-los em informação organizada e em um formato amigável para incentivar a análise de dados e apoiar a tomada de decisões de negócios baseadas em fatos."

O Data Warehouse é um repositório de dados provenientes dos dados operacionais sobre qualquer assunto, onde se cria um ambiente homogêneo e padronizado para trabalhar com os dados, tendo a finalidade de proporcionar e centralizar as análises do negócio em um só local (MONTEIRO; PINTO; COSTA, 2004). A utilização de um DW como repositório de dados ajuda a criar um sistema de BI mais robusto e completo (NEGASH, 2004). Um Data Mart (DMt) é um DW de

pequena escala, com um conteúdo específico, mas com as mesmas definições e funcionalidades (ARANÍBAR, 2003).

Para a análise dos dados podem ser utilizadas ferramentas de *análise Online Analytic Processing* (OLAP). Estas ferramentas suportam consultas complexas construídas pelos próprios usuários da aplicação. Para a execução destas consultas dos usuários, o OLAP implementa um modelo de dados Multidimensional. Um modelo multidimensional de dados (Figura 4) permite que os usuários vejam os mesmos dados de diferentes maneiras, pois utilizam múltiplas dimensões (RAMAKRISHNAN, 2008; TURBAN, 2008).

Figura 4 – Representação de um Modelo Multidimensional.



Fonte: (LAUDON e LAUDON, 2014).

Cada tipo de informação do modelo dimensional representam uma dimensão diferente dos dados. Desta forma, podemos utilizar uma ferramenta de análise multidimensional, como o OLAP, para saber a quantidade que um produto foi vendido em uma determinada região e em um determinado período. (LAUDON e LAUDON, 2014).

Para a representação dos dados, *Dashboards* são panoramas que resumem as informações e consolidam os indicadores de desempenho de uma organização.

Eles representam panoramas em forma de gráficos ou imagens, possibilitando aos tomadores de decisões acompanharem os indicadores de desempenho de sua área (MOURA, 2010).

O processo de *Data Mining* (DM) é basicamente uma busca em dados organizados de alguma fonte de dados, que através de um algoritmo adequado consegue realizar a extração de algum conhecimento destes dados. Uma característica importante da mineração de dados é que os dados que estão sendo recolhidos já existem de maneira implícita em alguma das fontes de dados que se está coletando, e muitas vezes são desconhecidos ao usuário, mas que são muito relevantes. Isto acontece, pois, os algoritmos utilizados na mineração de dados são capazes de identificar tendências nas estruturas dos dados (NUNES, 2016).

Na sequência deste trabalho, será realizada uma revisão sistemática, que é uma pesquisa de trabalhos relacionados com o presente trabalho e o referencial teórico pesquisado.

2.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção do trabalho, foram buscados referenciais que tenham conteúdo em comum com o presente trabalho, com o objetivo de fundamentar teoricamente o que será proposto e que os objetivos que foram propostos neste trabalho podem ser atingidos através da proposta.

Para a busca dos trabalhos relacionados, será definida uma revisão da literatura, que sistematizará as buscas por revisões científicas referentes a utilização de *Business Intelligence* para melhor visualização de informações. Para compreender a literatura, foi então revisado o conteúdo disponibilizado em bases de dados eletrônicas, no período de 2013 até 2017. A seleção destas bases de dados eletrônicas se deu através das seguintes características:

- a) Disponibilização dos dados eletrônicos gratuitamente;
- b) Ser identificada como uma base de dados confiável.

Desta forma, foram selecionadas as fontes de dados Google Acadêmico¹, Scientific Electronic Library Online² (SciELO) e Portal de Periódicos CAPES³.

¹ <https://scholar.google.com.br/>

² <http://www.scielo.org/php/index.php>

³ <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

O Google Acadêmico é uma ferramenta de busca gratuita que reúne um grande acervo sobre as mais variadas áreas do conhecimento, apresentando o resultado das buscas de acordo com a relevância dos termos pesquisados juntamente com a quantidade de referências realizadas para cada trabalho.

O SciELO é uma biblioteca eletrônica cooperativa de periódicos científicos na Internet. Especialmente preparado para atender às necessidades de divulgação de seus acervos.

O Portal de Periódicos CAPES oferece acesso a textos completos de artigos selecionados de múltiplas fontes de dados de todas as áreas do conhecimento.

Após a escolhas das bases de dados, dá-se início a aplicação da revisão em artigos científicos. Foram selecionados alguns atributos essenciais que os artigos têm de apresentar para serem válidos como trabalhos relacionados. Primeiramente foram identificados os trabalhos que tivessem em seu título ou resumo as seguintes palavras-chave: Business Intelligence (Inteligência nos Negócios ou Inteligência Competitiva), Data Warehouse, visualização de dados (Dashboards). Em um segundo momento a seleção dos trabalhos foi realizada pela leitura dos resumos e objetivos. Na sequência foram então lidos o restante destes trabalhos e a partir disto foram então selecionados os artigos para a revisão sistemática.

Na Quadro 1, pode se verificar a quantidade de artigos científicos analisados em todas as etapas do processo de seleção.

Quadro 1 – Relação da Quantidade de Trabalhos Analisados.

Crítérios de Seleção	Google Acadêmico	SciELO	CAPES
Palavras-Chave	121	89	70
Leitura de Resumo e Objetivos	27	17	10
Leitura Completa	14	8	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final da seleção, onze artigos foram selecionados por exporem maior relevância para o estudo. No Quadro 2, são listados os trabalhos que foram selecionados como trabalhos relacionados.

Quadro 2 – Representação dos Trabalhos Escolhidos.

(Continua)

Título	Autor(es)	Instituição	Base	Ano
Medição de Usabilidade e Eficiência de Dashboards.	Miguel Oliveira; Elsa Cardoso; Marina Santana.	15ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação.	Google acadêmico.	2015
Indicadores de Gestão num Sistema de Business Intelligence.	Sónia Cristina da Costa Rocha.	Instituto Politécnico de Coimbra.	Google acadêmico.	2016
Um Experimento em um Ambiente de Business Intelligence Industrial para melhoria da manutenção de cargas de dados.	Juli K. G. Costa; Igor P. O. Santos; Methanias C. Junior; André Víncius R. P. Nascimento.	XII Brazilian Symposium on Information Systems.	Google acadêmico.	2016
Goal-oriented dashboard's requirements with i*.	Alain Pérez Acosta; Mailyn Moreno Espino; Reinier Bandón Casamayor.	Revista chilena de ingeniería.	SciELO.	2016
Hydro-meteorological data analysis using OLAP techniques	Néstor Darío Duque-Méndez; Mauricio Orzco-Alzate; Jorge Julián Vélez.	Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.	SciELO.	2014

(Continuação)

Título	Autor(es)	Instituição	Base	Ano
A business-oriented approach to data warehouse development.	Ania Cravero; Jose-Norberto Mazón; Juan Trujillo.	Ingeniería e Investigación	SciELO.	2013
Ambiente de Apoio a Decisão Agrícola Através da Integração de Sistemas de Informações Geográficas com Técnicas de BI.	André Marcos Silva; Anderson Antônio de Aragão Eduardo.	II World Congress on Systems Engineering and Information Technology.	Google acadêmico.	2015
Exploring the Role of IS in Agriculture.	Sachithra Lokuge; Darshana Sedere; Maura Atapattu; Dimuth Samaranayaka.	Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS).	Google acadêmico.	2016
The impact of Business Intelligence systems on stock return Volatility.	Eran Rubin; Amir Rubin.	Information & Management.	CAPES.	2013
FACETS: A cognitive business intelligence system	Li Niu; Jie Lu; Guangquan Zhang; Dianshuang Wu.	Information Systems.	CAPES.	2013

(Conclusão)				
Título	Autor(es)	Instituição	Base	Ano
SIA - Sistema de Informação Ambiental	BIGOLIN, M.; SCHNEIDER, V. E.; SOMENZI, V.; BORTOLIN, T. A.; GRACIOLLI, O.D.; RIBEIRO, H. G.; MENDES, L. A.	XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos	Google acadêmico.	2013

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em todos os artigos escolhidos é enfatizada de alguma forma a ideia de que é indispensável a utilização de Sistemas de Informação (SI) para a ajuda na tomada de decisão. A leitura dos artigos, deixa bem claro de que não existe uma melhor solução fixa para cada negócio, mas que devem ser analisados as possibilidades de utilização de SI para o apoio a tomada de decisão e então decididas as que melhor se alinham ao seu negócio e tenha maior aderência aos objetivos que se deseja alcançar.

Oliveira, Cardoso e Santana (2015) apresentam o projeto e desenvolvimento de um *framework* para medição da usabilidade e eficiência de Dashboards. Os autores descrevem as boas práticas de construção de Dashboards em BI e afirmam que o *design* do Dashboard não é o único fator relevante para a sua aceitação e destacam que um bom desenho ilustra a informação para a monitoração, retirando o destaque aos elementos brutos (dados) e destaca a informação essencial.

O trabalho de Rocha (2016) teve como principal objetivo a definição de uma melhor forma de transmissão de conhecimento através de Dashboards provindos de um sistema de BI. Isto foi feito através de um estudo das principais características e requisitos fundamentais para o desenvolvimento de Dashboards e também examinando conceitos de DW, Modelo Multidimensional e sua participação no auxílio na tomada de decisão.

O artigo de COSTA et al. (2016) apresenta uma abordagem sistemática para melhorar o processo de ETL como um todo. O estudo tem ênfase na melhoria de desenvolvimento e manutenção de sistemas ETL, melhorando sua capacidade para que os dados inseridos no DW sejam confiáveis e de alta qualidade, garantindo assim que as aplicações de BI deem um suporte mais coerente na tomada de decisões.

O estudo de Acosta, Espino e Casamayor (2016) tem como objetivo a construção de um Dashboard de BI com uma abordagem orientada a metas utilizando um framework de modelagem, no caso, foi utilizado o framework i*. Com a modelagem do framework foi possível verificar as funcionalidades necessárias para cumprir os requisitos do Dashboard, bem como alinhar as métricas do painel com as metas do usuário.

O trabalho de Duque-Méndez, Orozco-Alzate e Vélez (2014) teve o intuito de desenvolver um modelo conceitual de um DW em um modelo estrela, que por sua vez, permite o armazenamento estruturado e análise multidimensional de dados históricos hidro climatológicos. Este trabalho explora alternativas diferenciadas aos métodos tradicionais de armazenamento, análise e apresentação de dados hidro climatológicos.

O artigo de Cravero, Mazón e Trujillo, teve como propósito a definição de uma arquitetura para DW de um ponto de vista dos negócios, destacando a análise da estratégia de negócios e realizando o alinhamento entre os objetivos do DW e as estratégias da empresa. Este trabalho também apresenta uma modelagem de requisitos orientados por objetivos e como um DW com modelo multidimensional deve ser desenvolvido. Ainda neste artigo foi especulado um conjunto de diretrizes de boas práticas na criação de DW, auxiliando aos desenvolvedores em projetar um DW competente.

O artigo de Silva e Aragão Eduardo (2015), propôs o desenvolvimento de um ambiente de apoio a decisão para o setor agrícola, baseando-se na união de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e ferramentas de BI, criando gráficos com diversas informações de clima a fim de auxiliar a tomada de decisão para o plantio dos produtores rurais.

No manuscrito de LOKUGE et al. (2016) é realizado uma pesquisa de duas grandes fazendas produtoras agrícolas. São explorados os sistemas utilizados por estas fazendas, apontando os pontos positivos e oportunidades na utilização de sistemas de informação, no setor agrícola. Uma das fazendas analisadas utiliza um sistema de BI para a visualização de informações, que provou ter ajudado nos planejamentos da fazenda em questão.

Para Rubin e Rubin (2013), Sistemas de BI podem ajudar na tomada de decisão de diversas empresas e indústrias de diferentes áreas do conhecimento, pois a informação pode ser acessada de uma maneira mais fácil e rápida, então as

decisões começam a ser baseadas em fatos e isto leva a uma tomada de decisão mais coerente. Com isso em mente, foi imaginado que sistemas de BI podem ajudar a reduzir a volatilidade do retorno de estoque. Isto foi comprovado quando os autores analisaram uma grande quantidade de dados históricos de empresas que utilizam um sistema de BI, e constataram que, logo após a implantação do sistema, é comum a organização ter uma redução na volatilidade do retorno de estoque.

No trabalho de Niu, Zhang e Wu (2013) foi desenvolvido um sistema de suporte a decisão chamado FACETS. O sistema FACETS ajudava em percepções cognitivas, onde as informações que eram mostradas aos executivos eram muito massivas, complexas ou mal estruturadas. Para ajudar na tomada de decisões o FACETS utilizava diversos elementos de BI como consultas em DW e apresentação de informações valiosas de uma melhor forma visual.

No artigo de BIGOLIN et al. (2013), foi desenvolvido um Sistema de Informação Ambiental (SIA) para o monitoramento de dados hídricos como qualidade da água e clima. Este SIA recolhe informações de empresas hidrelétricas para então disponibilizar estes dados na forma de um mapa através de uma plataforma WEB para a comunidade. Os dados disponibilizados funcionam como uma fonte de informações para o apoio a tomada de decisão.

Todos os artigos escolhidos para esta revisão de trabalhos relacionados apresentam uma riqueza de conteúdo relacionados a uma melhor visualização de dados e utilização de elementos de BI. Também pode-se verificar, que o trabalho de cada autor aborda alguns conceitos e temas específicos ao seu estudo. Alguns autores baseiam-se em estudos bibliográfico, análise de informações referentes ao assunto de seu artigo, e então propõem algum modelo conceitual com melhores práticas teóricas sobre o tema. Enquanto uma outra parte dos autores realizam novos desenvolvimentos de *frameworks* ou de ferramentas que implementam elementos de BI para então auxiliar a tomada de decisão.

Contudo, os artigos apresentam diversas semelhanças quanto a conteúdos abordados, mesmo que com intuítos e maneiras de pesquisa diferentes, acabam muitas vezes tendo o mesmo objetivo. Por isto, no Quadro 3 podem-se verificar os percentuais de artigos que abordam cada um desses aspectos em comum.

Quadro 3 – Conteúdo em Comum Abordado nos Trabalhos Revisados.

Conteúdos	Percentual de Artigos
Tomada de Decisão	90,91%
Business Intelligence	72,73%
Data Warehouse	63,64%
Interface (Fácil Utilização e Visualização de Informações)	63,64%
Modelo Multidimensional/OLAP	54,55%
ETL	27,28%
Dashboard	27,28%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme Rocha (2016), um DW deve ser organizado de acordo com um modelo multidimensional e comenta que a forma mais comum de modelar um DW é através do esquema em estrela. A modelação multidimensional utilizada no DW, visualiza os dados como um cubo, sendo este definido segundo fatos e dimensões.

No artigo de Duque-Méndez, Orozco-Alzate e Vélez (2014), os autores atribuem seus resultados positivos a modelagem multidimensional do DW no modelo estrela, com fatos e dimensões bem definidas. Isto reflete na qualidade dos dados e subsequentemente uma melhor análise destes dados, resultando em um melhor apoio a decisão.

Fonseca et al. (2012 apud OLIVEIRA; CARDOSO; SANTANA, 2015) afirma que uma boa interface deve cumprir os requisitos do cliente, mantendo a atratividade para o utilizador, onde o conteúdo exibido é claro ao usuário. Ainda sobre definições de interfaces para o usuário, no artigo de Acosta, Espino e Casamayor (2016), foram definidos três requisitos para a interface de usuário, sendo estes, “Ambiente WEB”, “Orientação Gráfica” e “Fácil de Usar”. Em seu artigo foi modelado a forma que os requisitos de interface de usuário afetavam o suporte a decisão, indicando que os requisitos de “Orientação Gráfica” e “Fácil de Usar” contribuem positivamente no apoio a tomada de decisões. Conforme LOKUGE et al. (2016), em relação a grupos de usuários no contexto de uma fazenda, existe uma vontade de utilização de tecnologias, desde que estas tenham aspectos como facilidade de uso e aprendizado.

No trabalho de BIGOLIN et al. (2013), foi realizada uma modelagem de dados através de um modelo multidimensional, a fim de facilitar a combinação de dados e

representar uma ferramenta para análise de informações de variáveis ambientais. Concluiu também que a utilização de uma plataforma WEB para a disponibilização dos dados, traz diversas vantagens quanto ao acesso a informação, uma vez que, na WEB o sistema pode ser acessado de qualquer lugar do mundo e também comenta que há uma maior facilidade na atualização de sistemas WEB.

Segundo o artigo de Silva e Aragão Eduardo (2015), a integração das atividades rurais com tecnologia de BI, pode maximizar os resultados de produção. Ainda neste trabalho, foi constatado que o modelo proposto utilizando técnicas de BI teve resultados satisfatórios, uma vez que a representação das informações através de gráficos em um ambiente de BI amigável constitui uma forma mais interessante para usuários (geralmente um agricultor, agrônomo ou produtor) que até então desconsideravam o uso de ferramentas de SI ao tomar decisões.

Portanto, os resultados obtidos nesta revisão, demonstram que a utilização de Sistemas de Informações é aplicável em praticamente qualquer ambiente e nas mais diversas áreas do conhecimento e juntamente com isso é possível concluir que características promovidas por elementos de um sistema de BI, contribuem para uma melhor visualização de informação, ajudando a transformação de informações em conhecimento e também apoiando a tomada de decisão.

3 METODOLOGIA

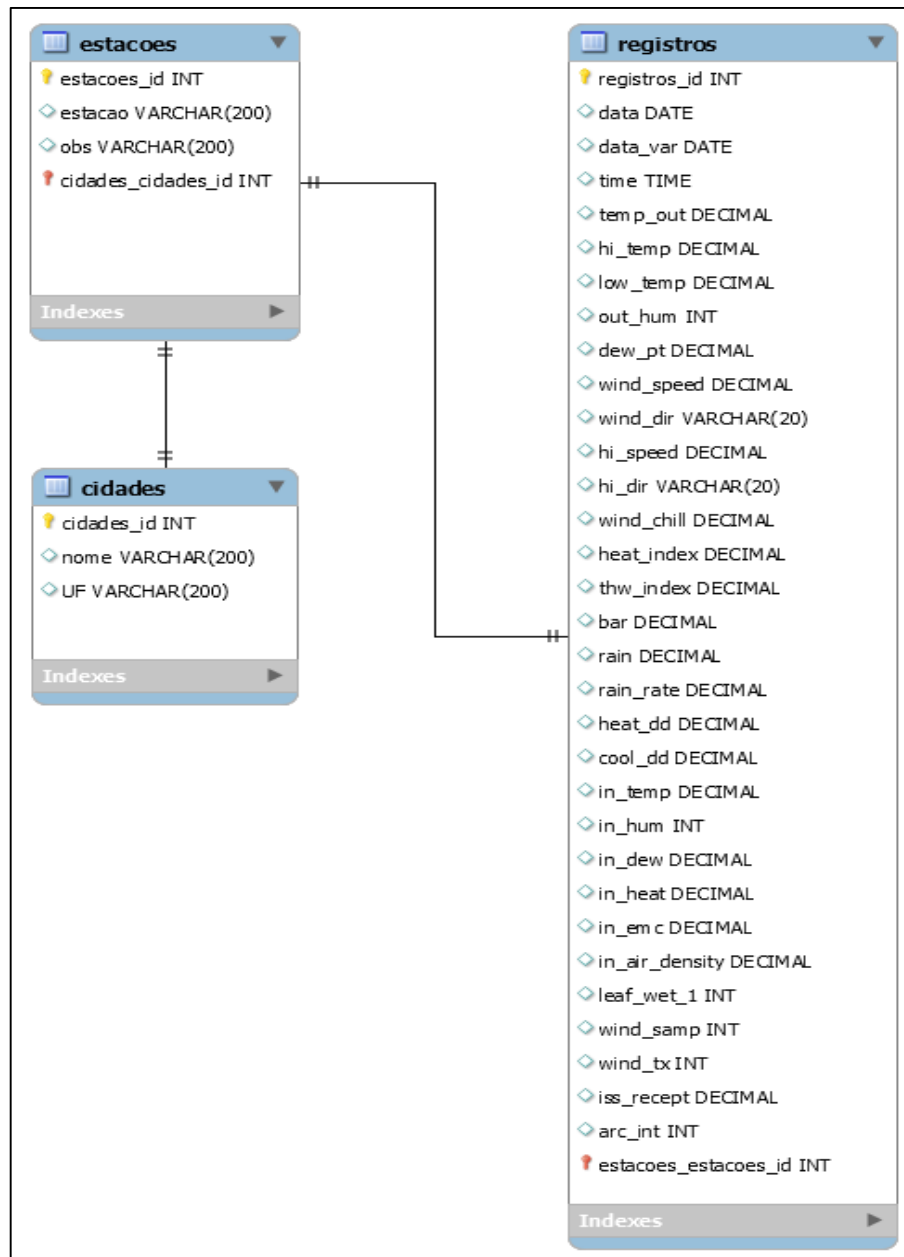
Neste capítulo, será abordado a estrutura atual do projeto e a proposta de solução. Assim, a próxima seção descreve a situação atual do projeto e do armazenamento existente. Em relação a proposta de solução, serão apresentados os requisitos do software e os modelos e técnicas propostos para sua implementação na interface WEB.

3.1 ESTRUTURA ATUAL DO PROJETO

Os dados e informações a serem gerenciados pelo sistema são fornecidos pelo projeto "Observatório Integrado de Informações Agro meteorológicas", que teve sua implantação em 2012, na qual foram feitas a instalações e configurações das estações meteorológicas automáticas nos estados do nordeste do Rio Grande do Sul. Após a implantação, as estações começaram então a emitir dados através da internet que são captados por uma ferramenta, desenvolvida pela Universidade de Caxias do Sul especificamente para este propósito (AVILA E SILVA et al. 2016). Este projeto foi descontinuado e estes dados captados são hoje armazenados em forma de arquivos no próprio dispositivo que capta as informações das estações.

Para se ter uma visão gráfica da estrutura dos dados destes arquivos armazenados, pode-se utilizar a técnica de modelagem entidade-relacionamento (ER). A modelagem ER é a técnica mais utilizada para a modelagem de banco de dados que tem como objetivo a representação de forma abstrata de uma base de dados. A partir do modelo ER, aplica-se as regras de tradução para a geração do modelo lógico que também é conhecido como modelo relacional (HEUSER, 2009). Com isto, foi construído o modelo lógico do sistema atual na Figura 5.

Figura 5 – Modelo Lógico do Banco de Dados Atual.



Fonte: Elaborado pelo autor⁴.

A tabela “cidades” representa as informações de nome da cidade e sua respectiva Unidade da Federação (UF). A tabela “estacoes” contém informações das estações agro meteorológicas instaladas e também tem uma relação de *Foreign Key* (FK) com a tabela “cidades”, fazendo com que seja possível identificar a qual cidade pertence a estação meteorológica. A tabela “registros” é onde são importados os diversos dados recebidos das estações agro meteorológicas e tem uma relação de

⁴ Produzido utilizando a Ferramenta MySQL WorkBench. Download disponível em <https://www.mysql.com/products/workbench/>.

FK com à tabela “estacoes”, sendo assim possível a identificação de qual estação aqueles dados são provindos.

3.2 REQUISITOS DO SOFTWARE

Nesta seção do trabalho, serão apresentados todos os requisitos que terão de ser cumpridos durante a execução do projeto e como serão modelados. Os requisitos de um software representam as responsabilidades de um sistema quanto as funções que ele deverá cumprir para que seu objetivo seja atingido (MEDEIROS, 2004).

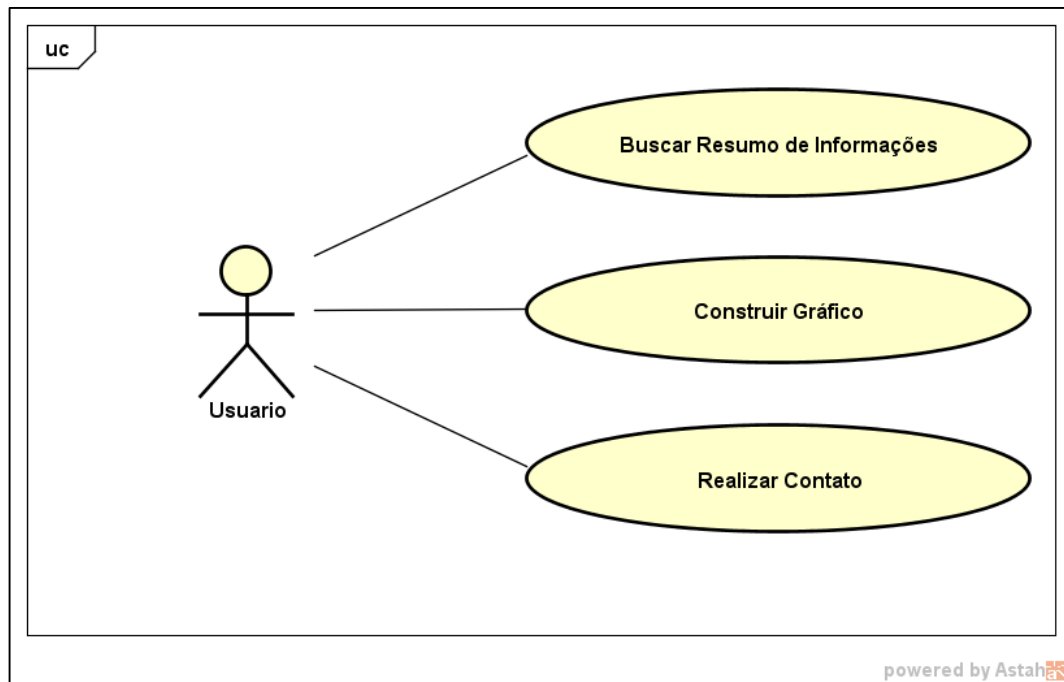
Os requisitos serão separados em 3 partes, sendo estas: “Requisitos de Sistema do Usuário”, representando as funcionalidades que o usuário efetivamente irá utilizar; “Requisitos de Sistema” que são as necessidades de estruturação do ambiente para a execução dos requisitos do usuário; e os “Requisitos não funcionais” que são os requisitos que não envolvem diretamente uma funcionalidade do sistema, mas que são necessários para que o software atinja seu propósito.

3.2.1 Requisitos do usuário

Um diagrama de caso de uso é uma técnica que define as necessidades funcionais de um sistema, com objetivos de fornecer uma descrição rápida e clara sobre as responsabilidades que devem ser cumpridas pelo sistema (RUMBAUGH, 2005).

Os requisitos do usuário serão descritos através de um diagrama de caso de uso, uma vez que um diagrama de casos de uso mostra a relação do usuário com os requisitos do usuário, na forma de funcionalidades que o sistema irá prover. Inicialmente, o sistema irá contemplar os requisitos de usuário de “Realizar Consulta” e “Realizar Contato”, conforme Figura 6.

Figura 6 – Diagrama de Caso de Uso proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor⁵.

Com os requisitos de usuários definidos, serão propostos os casos de uso que serão utilizados para sanar os requisitos do usuário expostos. Para Larman (2007), casos de uso do tipo *black-box* são o formato mais comum e mais indicado para a construção de casos de uso, pois eles não descrevem o funcionamento interno do programa e nem seus componentes. Ao invés disso, o sistema é descrito como tendo responsabilidades e com isso é possível especificar o que o sistema deve fazer sem decidir como vai fazer isso.

Com isto, foram utilizadas tabelas para a construção de casos de uso *black-box* com a base na definição de casos de uso de Larman (2007), conforme pode ser visto no Quadro 4, Quadro 5 e Quadro 6.

⁵ Produzido utilizando a Ferramenta Astah Community. Download disponível em “<http://astah.net/editions/community>”.

Quadro 4 – Caso de Uso Construir Gráfico.

Caso de Uso 1 – Construir Gráfico	
Descrição	O caso de uso “Construir Gráfico” será efetuado toda vez que o usuário realizar uma consulta plataforma WEB. As seleções do usuário vão então determinar quais informações serão buscadas e de qual forma serão apresentadas na tela do usuário através da interface WEB em forma de gráfico. Os gráficos que vão variar o seu tipo dependendo do tipo de medição selecionado. Através de diferentes gráficos, serão apresentadas as seguintes informações aos usuários da aplicação: 1. Precipitação Diária; 2. Precipitação por Período; 3. Informações de Temperatura Diária (Média/Mínima/Máxima/Sensação Térmica); 4. Informações de Temperatura e Umidade Relativa de um Período (Temperatura Média); 5. Informações do Vento Diária (Direção/Velocidade); 6. Informações do Vento por Período (Direção/Velocidade).
Atores	Usuário que está acessando a interface WEB.
Sequência de Eventos	Fluxo Principal 1. Usuário acessa o portal WEB através de seu navegador; 2. O usuário informa os filtros conforme sua necessidade de pesquisa; 3. O usuário aperta o botão de buscar as informações; 4. O sistema retorna as informações requisitadas pelo usuário em forma de gráfico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5 – Caso de Uso Buscar Resumo Diário.

Caso de Uso 2 – Buscar Resumo Diário	
Descrição	O caso de uso “Buscar Resumo Diário” será efetuado toda vez que o usuário selecionar uma cidade na interface WEB. Este caso de uso representa uma busca do resumo de informações agro meteorológicas do dia anterior da cidade escolhida pelo usuário. Este resumo de informações deve listar os seguintes dados: 1. Temperatura Mínima; 2. Temperatura Máxima; 3. Temperatura Média; 4. Sensação Térmica; 5. Precipitação; 6. Ponto do Orvalho; 7. Velocidade do Vento; 8. Direção do Vento; 9. Umidade Relativa; 10. Pressão Atmosférica.
Atores	Usuário que está acessando a interface WEB.
Sequência de Eventos	Fluxo Principal 1. Usuário acessa o portal WEB através de seu navegador; 2. O usuário informa o filtro de cidade; 3. O sistema retorna um resumo de medições do dia anterior da cidade informada pelo usuário em forma de uma lista de informações.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 – Protótipo de Tela do Caso de Uso Realizar Consulta.

Portal de Informações Agrometeorológicas

Cidade: André da Rocha Medição: Temperatura De: / / Até: / / Pesquisar

Visualização

Resumo de Informações

- Temperatura Mínima: 17°C
- Temperatura Máxima: 20°C
- Temperatura Média: 18°C
- Sensação Térmica: 21°C
- Precipitação: 15mm
- Ponto do Orvalho: 17,8
- Velocidade do Vento: 4,8m/s
- Direção do Vento: Leste
- Pressão Atmosférica: 1014,5
- Umidade Relativa: 64

Entre em Contato

Fonte: Elaborado pelo autor⁶.

Para os casos de uso organizados nos Quadro 4 e 5, foi proposto o protótipo de tela disposto na Figura 7. A seguir serão descritos os campos deste protótipo de tela.

1. Campo Cidade (*Template*): contém as cidades que o usuário deve selecionar como filtro. Podem também ser pesquisadas manualmente, digitando o nome da cidade;
2. Campo Medição (*Template*): tipo de medição a ser pesquisada;
3. Campos de Data (*Template*): intervalo de data que as medições devem levar em conta para buscar as informações;
4. Botão Pesquisar (*Template*): após informado os filtros de pesquisa, é necessário apertar este botão para que o sistema busque as informações do banco;

⁶ Produzido utilizando a Ferramenta Balsamic Mockups. Download disponível em "https://balsamiq.com/download/#".

5. Visualização: está área é referente ao Caso de Uso “Construir Gráfico”. A visualização gráfica aparecerá ao usuário quando ele clicar no botão “Pesquisar”;
6. Resumo de Informações: está área é referente ao Caso de Uso Buscar Resumo Diário;
7. Botão Entre em Contato: utilizado para acessar o Caso de Uso “Realizar Contato”.

Os Campos que contém a descrição de *Template*, são campos apareceram em praticamente todas as telas do sistema para que a qualquer momento da navegação da interface WEB, o usuário possa realizar uma consulta.

Quadro 6 – Caso de Uso Realizar Contato.

Caso de Uso 3 – Realizar Contato	
Descrição	O caso de uso “Realizar Contato” é onde o usuário pode entrar em contato com a pessoa responsável pela manutenção do portal que será desenvolvido por este projeto. Esta funcionalidade permitirá ao usuário enviar dúvidas sobre o funcionamento do site ou sugestões de melhoria para que algo que possa ser melhorado no Portal.
Atores	Usuário que está acessando a interface WEB.
Sequência de Eventos	Fluxo Principal 1. Usuário acessa o portal WEB através de seu navegador; 2. O usuário entra na tela de “Contato” através do botão de “Entre em Contato”; 3. O usuário informa os campos necessários para que seu formulário de contato seja enviado para os destinatários; 4. O sistema envia as informações para o <i>e-mail</i> das pessoas designadas como responsáveis.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Protótipo de tela do caso de uso Realizar Contato.

Portal de Informações Agrometeorológicas

Cidade: André da Rocha Medição: Temperatura De: / / Até: / / Pesquisar

Entre em Contato

E-mail*
rbdeitos@ucs.br

Nome*
Rafael Balen Deitos

Mensagem
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Entre em Contato

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o caso de uso disposto na Quadro 6, foi proposto o protótipo de tela disposto na Figura 8. A seguir serão descritos os campos deste protótipo de tela.

1. E-mail: *e-mail* do usuário, onde será recebida a resposta da equipe responsável do portal;
2. Nome: identificação do usuário;
3. Mensagem: uma área de texto no qual o usuário pode detalhar a situação e o porquê do contato.

Estes protótipos de tela foram sugeridos por um especialista técnico da área de agrometeorologia, que julgou estes *layouts* e campos adequados para a aplicação.

Com a definição destes casos de uso e destas prototipações de tela, entendemos em totalidade as funções que a interface WEB a ser desenvolvida terá de contemplar.

3.2.2 Requisitos do sistema

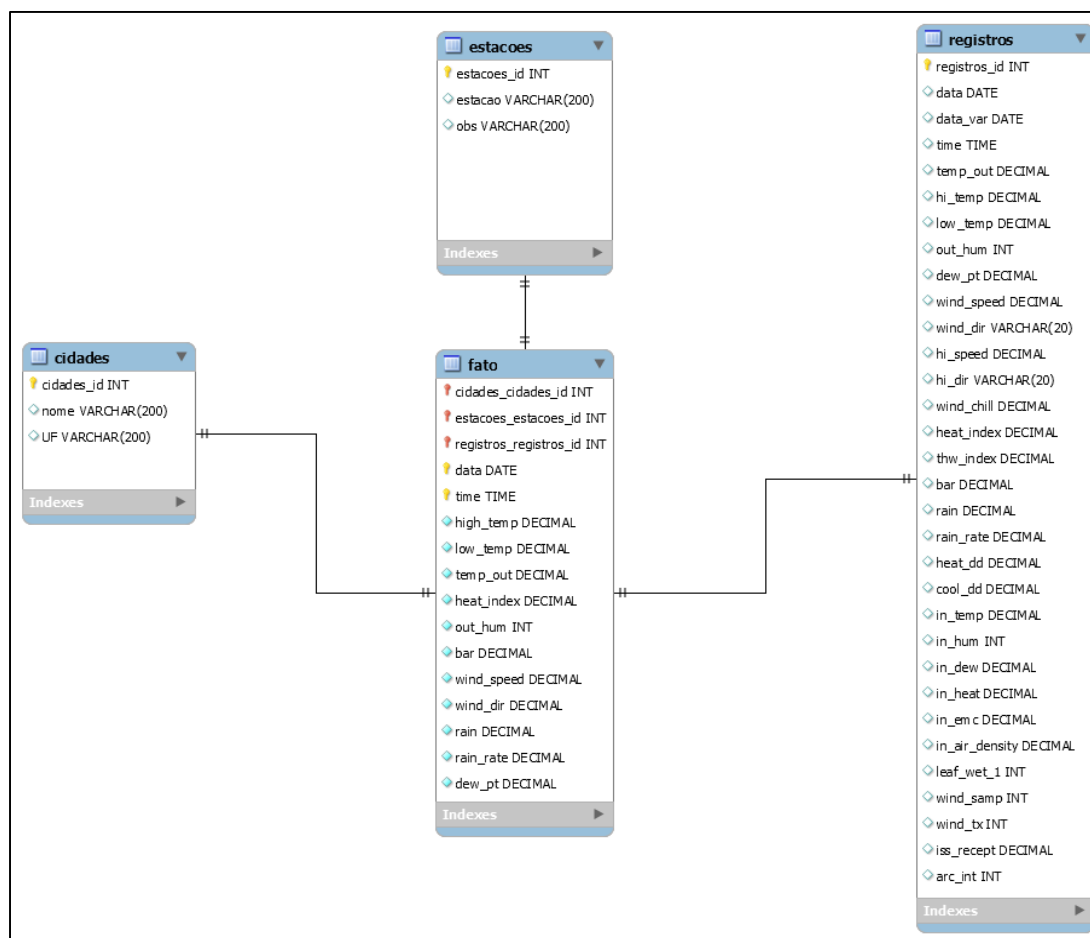
Inicialmente, o sistema irá contemplar os requisitos de sistema de “Criar Data Warehouse”, “Importar Dados” e “Atualizar Data Warehouse”. Com isso, será

apresentado a proposta da criação de um modelo multidimensional para a criação de um DW para o armazenamento dos dados para a aplicação, também será apresentado o processo de ETL para a importação dos dados no DW juntamente com a proposta uma política de atualização dos dados do DW.

Modelos multidimensionais são otimizados para pesquisar grandes quantidades de dados e são utilizados na construção de um DW para suportar análise multidimensional, BI e ferramentas analíticas (RAMAKRISHNAN, 2008).

A modelagem do DW será através do modelo estrela, onde tabelas de dimensões são relacionadas de forma a dar existência a uma tabela fato. No modelo estrela, as tabelas de dimensão estão associada a uma tabela fato usando uma relação de FK. As tabelas de dimensões possuem uma *Primary Key* (PK) que identifica de forma exclusiva cada registro. A tabela fato contém a chave primária de cada tabela de dimensão associada como uma FK. Combinadas, essas chaves estrangeiras formam uma PK formada de múltiplas FK's que identificam de forma exclusiva cada registro na tabela fato. A tabela de fato também contém uma ou mais medidas numéricas e as tabelas de dimensões dão sentido as medidas contidas na tabela fato (ADAMSON, 2006).

Figura 9 – Modelo Multidimensional Proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo foi proposto a construção do modelo multidimensional, disposto na Figura 9. Com esta tabela fato definida, será possível buscar todas as informações necessárias para a construção dos gráficos e do resumo diário conforme os parâmetros enviados pelo usuário através da interface WEB, facilitando assim as requisições e os retornos do banco de dados, garantindo rapidez na parte de comunicação com o banco de dados da aplicação.

Este modelo foi sugerido e validado por um especialista da área para decidir quais dados captados pelas estações agro meteorológicas seriam de maior importância e quais medidas seriam mais relevantes para a tabela fato de nossa modelagem multidimensional.

Após a criação deste modelo proposto, será desenvolvido e executado um processo de ETL para executar uma importação de dados que serão recebidos através de um arquivo de texto para popular as tabelas dimensões e fato do DW desenvolvido. Este processo de importação deve ser executado toda vez que se

deseja inserir novos dados nas tabelas do DW. Foi definido que esta inserção ocorrerá uma vez ao dia, garantindo assim que os dados pesquisados na interface WEB estejam sempre atualizados, funcionando como uma política de atualização do DW.

3.2.3 Requisitos não funcionais

Para este trabalho foi definido apenas um requisito não-funcional, este sendo a “Hospedagem da Interface WEB”. Foi definido este requisito de hospedagem pois para que um conteúdo seja acessível pela WEB, é necessário que seja contratado um provedor de hospedagens de sites.

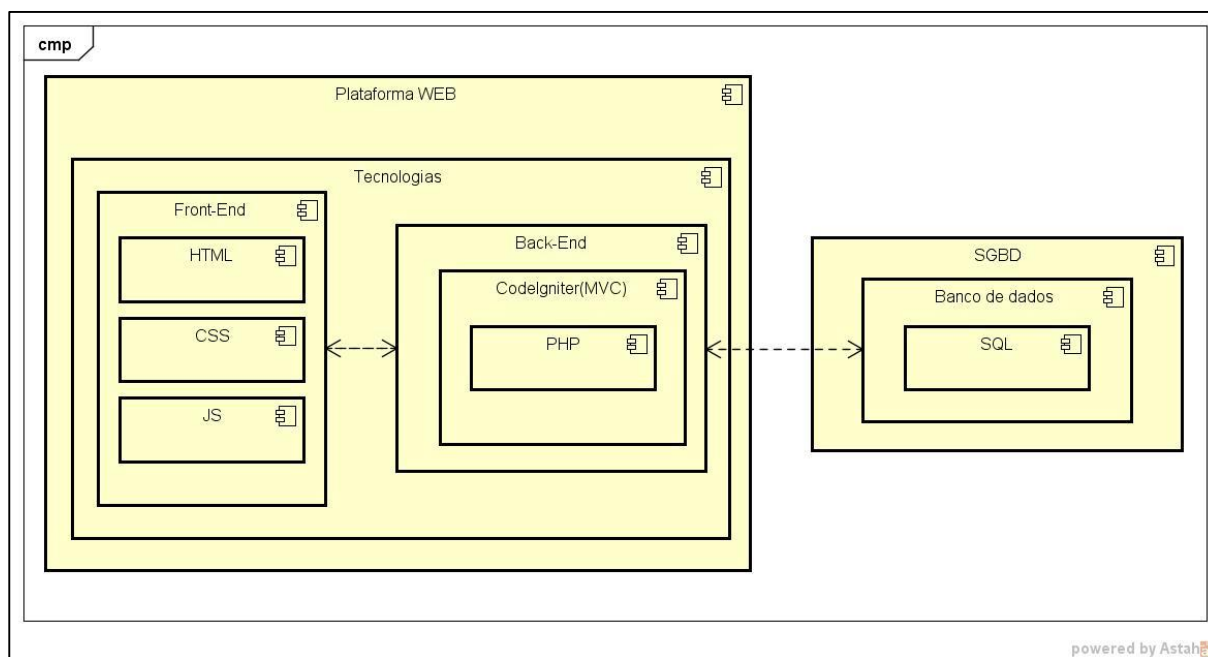
3.3 ARQUITETURA DE SOFTWARE

Neste tópico, será demonstrado toda a arquitetura de software da proposta de solução apresentada, agrupando todo o ambiente em que o sistema será desenvolvido.

O processo de projeto de arquitetura de software se preocupa em estabelecer uma estrutura básica para um sistema. Envolve a identificação dos principais componentes de um sistema e as comunicações entre esses componentes. A saída do processo de arquitetura de software deve ser um documento que consiste de representações gráficas dos modelos dos sistemas e subsistemas contidos no projeto (SOMMERVILLE, 2003).

Um diagrama de componentes tem como principal objetivo, a exibição da organização, dependências, estrutura e caminhos das comunicações existentes em um sistema, representando a visão estática de implementação de um sistema (BOOCH, 2005). Com isto, para obter-se uma visão inteira do sistema, utilizaremos um diagrama de Componentes. Na Figura 10, podemos identificar as necessidades, comunicações e dependências entre todos os elementos do ambiente deste trabalho.

Figura 10 – Arquitetura de Software Proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 TECNOLOGIAS PROPOSTAS

Nesta seção do trabalho, serão identificadas as tecnologias de programação propostas a serem utilizadas no decorrer da execução da proposta de solução.

3.4.1 Front-end

Para a construção da interface da plataforma WEB (Front-End), serão utilizadas as tecnologias *HyperText Markup* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e Javascript (JS). Está se dando a utilização de todas estas linguagens em conjunto, pois cada uma destas tecnologias tem pontos fortes em diferentes partes do desenvolvimento de uma interface WEB, fazendo assim que uma tecnologia complemente a outra. Tendo uma maior chance em retornos positivos quanto as funcionalidades da interface na utilização do usuário do portal.

O HTML é uma linguagem de marcação que apenas prevê marcas em um texto, sendo utilizado apenas para a construção e disposição dos textos e imagens que o usuário visualiza na aplicação WEB. O HTML não é capaz de acessar dados de banco de dados e nem realizar cálculos simples (MEDEIROS, 2004).

O JS permite que façamos cálculos com elementos que estão na tela do usuário. Na sua utilização é possível a criação de funções e ajuste elementos de texto HTML. Todo o processamento efetuado pelas funções do JS são todas utilizadas pelo navegador e processadas no computador local do usuário (MEDEIROS, 2004).

No intuito de deixar a página WEB atrativa ao usuário, é necessária a utilização do CSS. O CSS é um mecanismo para adicionar formas ao HTML, como por exemplo a alteração de fontes, cores e espaçamento (MEDEIROS, 2004).

3.4.2 Back-end

Para a parte que fará a comunicação com o banco de dados da aplicação WEB, será utilizado a linguagem *Hypertext Preprocessor* (PHP) que é muito utilizada e especialmente adequada para o desenvolvimento WEB. Juntamente ao PHP será utilizado o *framework* de desenvolvimento PHP *CodeIgniter*⁷ que contém soluções simples de acesso ao banco de dados, facilitando o desenvolvimento da aplicação e também aumentando a segurança das requisições feitas ao banco de dados.

O PHP é uma das linguagens mais populares para a criação de páginas WEB dinâmicas no lado do servidor, pois funciona em diversos sistemas operacionais (SO) e pode realizar requisições nos mais variados SGBD. O grande objetivo do PHP é responder às solicitações dos usuários e gerar páginas WEB com conteúdo dinâmico de acordo a interatividade entre usuário e servidor (DEITEL e DEITEL, 2008).

3.4.3 Banco de dados

Para a construção do modelo de dados multidimensional, o processo de ETL de inserção e atualização do DW e também para as requisições que serão feitas pelo PHP, será utiliza a tecnologia *Structured Query Language* (SQL) que é a linguagem de comunicação com o banco de dados padrão da maior parte dos bancos de dados no mercado.

⁷ <https://codeigniter.com/>

4 IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo será apresentada todo o desenvolvimento e instalação realizados para o cumprimento dos objetivos do trabalho, seguindo os passos da proposta de solução previstos para os requisitos do usuário, sistema e não funcionais deste trabalho. Este capítulo será dividido em seções que tratam da criação do DW, o processo de ETL utilizado, o desenvolvimento da aplicação WEB e então a instalação de toda a aplicação WEB e do DW.

4.1 CRIAÇÃO DO DATA WAREHOUSE

Para armazenar os dados que serão utilizados pela interface WEB foi utilizado o banco de dados PostgreSQL⁸ por conta de sua distribuição, facilidade de uso, hospedagem, sua grande presença no mercado e também por permitir comunicação com o *framework* de desenvolvimento PHP *CodeIgniter*.

Para auxílio da construção da estrutura do banco de dados, foi utilizado a ferramenta de administração de banco de dados phpPgAdmin⁹ criada especificamente para gestão de banco de dados PostgreSQL. Esta ferramenta funciona como um facilitador de criações de tabelas, sequências, alterações estruturais, permissões de usuários, importações de dados e exportação da base de dados.

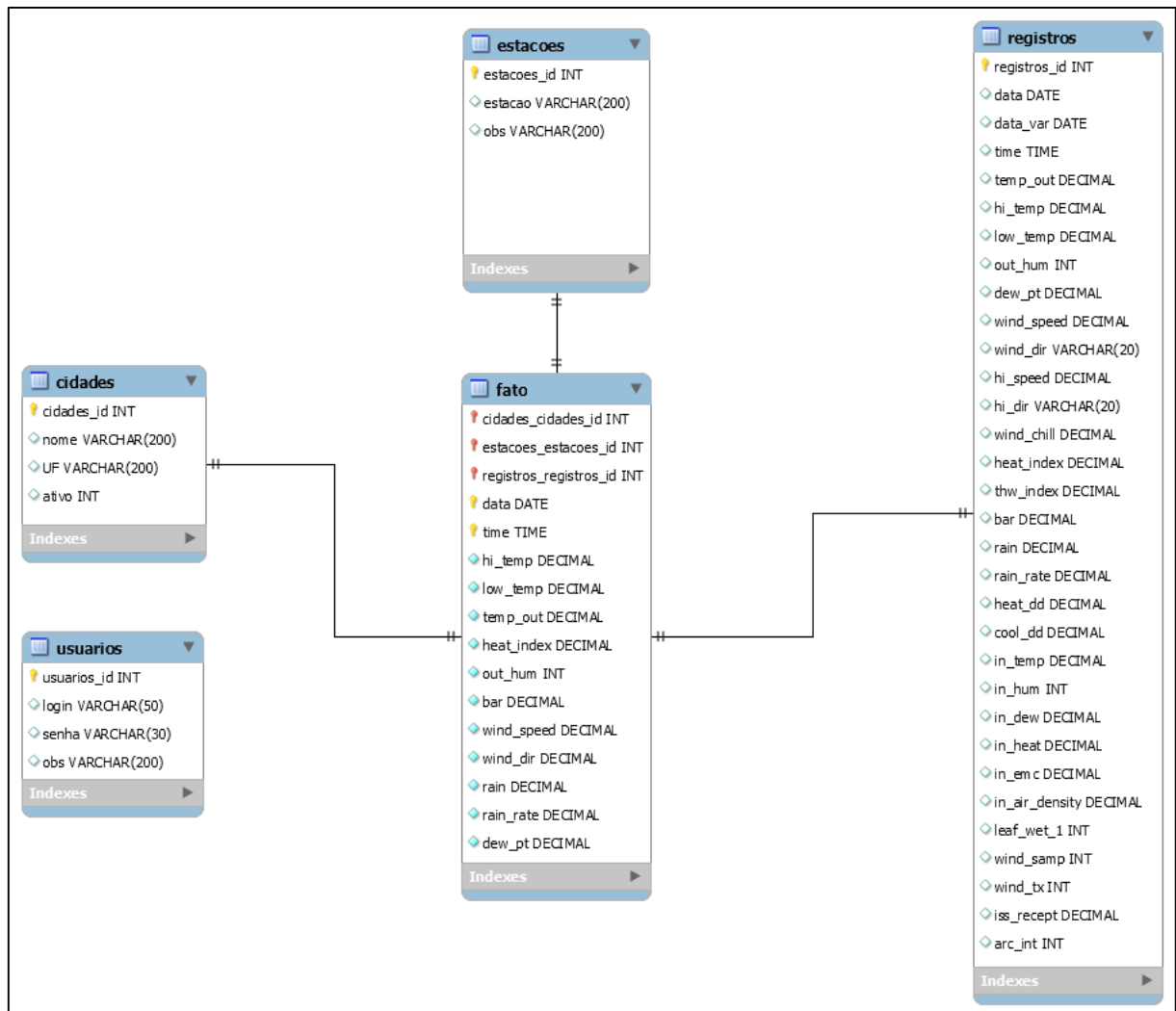
Durante a validação das funcionalidades necessárias no programa com o especialista da área, foi identificado de que seria necessária uma funcionalidade de exportação de informações para o formato de *Comma-separated Values* (CSV), para que o usuário possa verificar os dados brutos contidos no banco de dados, uma vez que a verificação apenas de números de forma organizado, pode vir a ser muito importante na área da agrometeorologia.

Com esta nova definição, seria necessária uma medida para preservar a segurança dos dados da aplicação, por isto, foi então modificado o modelo lógico proposto previamente para também acrescentar uma tabela de usuários e então apenas usuários autenticados poderiam exportar os dados para o formato CSV. O modelo lógico modificado ficou então de disposto conforme a Figura 11.

⁸ <https://www.postgresql.org/>

⁹ <http://phpPgAdmin.sourceforge.net/doku.php>

Figura 11 – Modelo Multidimensional do Banco de Dados Atualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por sua vez, a tabela *usuarios* contém informações de usuário e senha que serão cadastradas diretamente através do banco de dados, uma vez que estes usuários poderão ser distribuídos sob demanda externa e são exclusivamente para liberar a funcionalidade de exportação de dados brutos do banco de dados.

Também foi adicionada a coluna de *ativo* para a tabela *ciudades*. Que representa se uma cidade está apta para aparecer no campo de seleção de cidade na interface WEB. Uma vez que algumas cidades podem ainda não ter nenhuma estação agro meteorológica instalada.

Com isto, foram criadas as tabelas *ciudades*, *estacoes*, *registros*, *usuarios* e *fato*. Para as tabelas de cidades, estações, registros e usuários, foram criadas *Sequences* no banco para que fosse possível definir as colunas de chave primária destas tabelas com um valor padrão de auto incremento, utilizando então um número sequencial automaticamente para o próximo ID na inserção de seus registros. Para a

tabela *fato* não seria necessária uma coluna identificadora de ID, uma vez que cada registro seria único por conta de suas FK referentes as tabelas de *idades*, *estacoes* e *registros*.

4.2 ATUALIZAÇÃO DATA WAREHOUSE

Nesta seção do trabalho do trabalho será abordado todo o processo de como os dados eram recebidos, seu tratamento e inserção destes registros no banco de dados criado.

Os dados recebidos das estações agro meteorológicas são em forma de um arquivo tabulado. O delimitador utilizado na sua tabulação é o comando TAB. Na Figura 12 podemos ver um exemplo de como os dados chegavam para a importação no banco de dados da aplicação.

Figura 12 – Exemplo de Arquivo Recebido.

In Date	In Time	Temp Out	Hi In Temp	Low In Temp	Out Hum	Dew Pt.	Wind Speed	Wind Dir	Wind ISS	Wind Run	Hi Arc.	Hi Dir	Wind Chill	Heat Index	THW Index	Bar	Rain Rate	Heat D-D	Cool D-D	
01/01/15	0:30	18.6	18.6	18.8	18.6	95	17.8	0.0	---	0.00	0.0	---	---	18.6	19.3	19.3	1008.9	0.20	0.0	0.000
0.006	23.1	73	18.0	24.0	13.81	.0726	15	700	1	100.0	30	---	---	18.3	18.9	18.9	1008.4	0.00	0.0	0.001
01/01/15	1:00	18.3	18.6	18.3	96	17.6	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	18.9	18.9	1008.4	0.00	0.0	0.001
0.000	23.2	73	18.0	24.2	13.80	.0725	15	700	1	100.0	30	---	---	18.1	18.8	18.8	1008.1	0.00	0.0	0.005
01/01/15	1:30	18.1	18.3	18.1	97	17.6	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.1	18.8	18.8	1008.1	0.00	0.0	0.005
0.000	23.2	72	17.9	24.1	13.60	.0725	15	702	1	100.0	30	---	---	18.0	18.6	18.6	1007.9	0.00	0.0	0.007
01/01/15	2:00	18.0	18.1	18.0	97	17.5	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.0	18.6	18.6	1007.9	0.00	0.0	0.007
0.000	23.1	72	17.8	23.9	13.61	.0725	14	701	1	100.0	30	---	---	17.9	18.6	18.6	1007.8	0.00	0.0	0.008
01/01/15	2:30	17.9	18.0	17.9	97	17.5	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.0	18.6	18.6	1007.8	0.00	0.0	0.007
0.000	23.0	72	17.7	23.8	13.61	.0726	14	702	1	100.0	30	---	---	18.0	18.6	18.6	1007.8	0.00	0.0	0.007
01/01/15	3:00	18.0	18.1	17.9	97	17.5	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.0	18.6	18.6	1007.8	0.00	0.0	0.007
0.000	23.0	72	17.7	23.8	13.61	.0726	14	702	1	100.0	30	---	---	18.2	18.9	18.9	1007.5	0.00	0.0	0.002
01/01/15	3:30	18.2	18.2	18.1	97	17.7	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.2	18.9	18.9	1007.5	0.00	0.0	0.002
0.000	23.0	72	17.6	23.8	13.61	.0725	9	697	1	100.0	30	---	---	18.6	19.3	19.3	1007.9	0.00	0.0	0.000
01/01/15	4:00	18.6	18.6	18.6	96	17.9	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.6	19.3	19.3	1007.9	0.00	0.0	0.000
0.005	22.9	72	17.6	23.7	13.62	.0726	0	686	1	100.0	30	---	---	18.8	19.6	19.6	1008.3	0.00	0.0	0.000
01/01/15	4:30	18.8	19.0	18.6	96	18.1	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.6	19.3	19.3	1008.2	0.20	0.0	0.000
0.009	22.8	73	17.7	23.6	13.83	.0726	15	683	1	99.9	30	---	---	18.3	19.0	19.0	1008.1	0.40	1.8	0.000
01/01/15	5:00	18.6	18.8	18.6	97	18.1	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.1	18.7	18.7	1008.5	0.00	0.0	0.000
0.006	22.8	74	18.0	23.7	14.13	.0726	15	686	1	100.0	30	---	---	18.3	19.0	19.0	1008.1	0.40	1.8	0.000
01/01/15	5:30	18.3	18.6	18.3	97	17.8	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	19.0	19.0	1008.1	0.40	1.8	0.000
0.000	22.8	73	17.7	23.6	13.83	.0726	15	684	1	100.0	30	---	---	18.3	19.0	19.0	1008.1	0.40	1.8	0.000
01/01/15	6:00	18.2	18.2	18.1	96	17.5	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.2	18.8	18.8	1008.6	0.00	0.0	0.003
0.000	22.9	72	17.6	23.7	13.62	.0726	14	683	1	99.9	30	---	---	18.1	18.7	18.7	1008.5	0.00	0.0	0.006
01/01/15	6:30	18.1	18.2	18.1	95	17.2	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.1	18.7	18.7	1008.5	0.00	0.0	0.006
0.000	22.9	72	17.6	23.7	13.62	.0726	13	703	1	100.0	30	---	---	18.1	18.7	18.7	1008.5	0.00	0.0	0.006
01/01/15	7:00	18.1	18.1	18.0	95	17.2	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.4	19.1	19.1	1008.7	0.00	0.0	0.000
0.000	22.9	72	17.4	23.7	13.32	.0727	0	702	1	100.0	30	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.4	0.00	0.0	0.001
01/01/15	7:30	18.4	18.4	18.1	92	17.1	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.4	0.00	0.0	0.001
0.002	22.9	71	17.4	23.7	13.32	.0727	0	702	1	100.0	30	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.4	0.00	0.0	0.001
01/01/15	8:00	18.3	18.4	18.2	92	17.0	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.4	0.00	0.0	0.001
0.000	22.9	71	17.4	23.7	13.32	.0727	0	700	1	100.0	30	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.4	0.00	0.0	0.001
01/01/15	8:30	18.3	18.3	18.2	92	17.0	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.4	0.00	0.0	0.001
0.000	22.9	71	17.4	23.7	13.32	.0727	0	703	1	100.0	30	---	---	18.3	19.0	19.0	1009.6	0.00	0.0	0.000
01/01/15	9:00	18.3	18.3	18.3	94	17.4	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	19.0	19.0	1009.6	0.00	0.0	0.000
0.000	22.9	71	17.4	23.7	13.32	.0727	0	701	1	100.0	30	---	---	19.1	19.8	19.8	1010.2	0.00	0.0	0.000
01/01/15	9:30	19.1	19.1	18.3	91	17.6	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.3	0.40	2.0	0.001
0.015	22.9	71	17.4	23.7	13.32	.0728	0	702	1	100.0	30	---	---	18.4	19.1	19.1	1009.6	0.00	0.0	0.000
01/01/15	10:00	18.3	19.1	18.3	95	17.5	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	18.9	18.9	1009.3	0.40	2.0	0.001
0.000	22.8	72	17.5	23.6	13.63	.0727	15	702	1	100.0	30	---	---	18.4	19.1	19.1	1009.6	0.00	0.0	0.000
01/01/15	10:30	18.4	18.5	18.2	95	17.6	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	19.0	19.0	1010.2	0.20	0.0	0.000
0.002	22.8	73	17.7	23.6	13.83	.0727	14	701	1	100.0	30	---	---	18.2	18.8	18.8	1010.4	0.40	1.6	0.003
01/01/15	11:00	18.3	18.6	18.3	94	17.4	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.3	19.0	19.0	1010.2	0.20	0.0	0.000
0.000	22.7	73	17.6	23.4	13.83	.0728	15	702	1	100.0	30	---	---	18.2	18.8	18.8	1010.4	0.40	1.6	0.003
01/01/15	11:30	18.2	18.3	18.1	93	17.0	0.0	---	0.00	0.0	---	---	---	18.2	18.8	18.8	1010.4	0.40	1.6	0.003
0.000	22.7	72	17.4	23.4	13.63	.0728	15	697	1	100.0	30	---	---	18.2	18.8	18.8	1010.4	0.40	1.6	0.003

Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste arquivo, são encontradas todas as colunas da tabela *registros* que são então importadas para a tabela *fato* que é utilizada interface WEB. A seguir, serão descritas as colunas utilizadas na tabela *fato* e o que representam.

1. Hi_Temp: coluna que marca a temperatura máxima;
2. Low_Temp: coluna que marca a temperatura mínima;
3. Temp_Out: coluna que marca a temperatura média;
4. Heat_Index: coluna que representa a sensação térmica;
5. Out_Hum: coluna que marca a umidade relativa do ar;
6. Bar: coluna que armazena o valor de pressão atmosférica;
7. Wind_Speed: coluna que marca a velocidade do vento;

8. Wind_Dir: coluna que representa a direção do vento;
9. Rain: coluna que armazena a quantidade de precipitação;
10. Rain_Rate: coluna que armazena a taxa da precipitação;
11. Dew_Pt: coluna com o valor do ponto do orvalho.

Para a importação de um arquivo no formato disposto, não seria possível através do phpPgAdmin, pois sua importação nativa se dá através de arquivos no formato CSV. Por isto, foi desenvolvido uma rotina especificamente para realizar um processo de ETL dos dados das estações agro meteorológicas para as tabelas de *registros* e *fato*.

Foi então desenvolvido uma rotina que requer 2 parâmetros do usuário, sendo estes o diretório do arquivo recebido das estações agro meteorológicas e a identificação de qual estação o arquivo é referente. Com isto, seria possível identificar a qual cidade e estação os registros sendo importados seriam referentes e então realizar a sua inserção no banco de dados. A lógica deste algoritmo construído para o processo de ETL é mostrado no Quadro 7.

Quadro 7 – Processo de ETL

(Continua)

Procedimento da Importação de Dados	
Procedimento importação	
1.	Seja X os índices da tabela registros;
2.	Seja Y os índices da tabela fato;
3.	Abre o arquivo;
4.	X ← recebe a primeira linha do arquivo desconsiderando o cabeçalho;
5.	Seja Xmax o número total de registros do arquivo;
6.	enquanto (X <= Xmax) faça
7.	se (X não existe na tabela <i>registros</i>) então
8.	Fazer o tratamento dos dados para inserção;
9.	insere na tabela registros;
10.	Y ← recebe índices de X presentes na tabela fato;
11.	se (Y com dados consistentes) então
12.	Tratamento de dados para tabela fato;
13.	insere na tabela fato;
14.	fim – se ;

15. fim – se;

16. fim – enquanto;

17. Fecha o arquivo;

Fim Procedimento importação

(Conclusão)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na linha 7 do *Procedimento importação* é realizado uma validação para evitar registros duplicados de uma mesma estação. Nesta é verificado a data e hora que está sendo importada para uma certa estação, sendo que se essa já existir, ela não é incluída.

A linha 8 do *Procedimento importação* é o momento em que é realizado um ajuste para inserção dos dados na tabela *registros*, uma vez que os registros recebidos das estações agro meteorológicas podem estar sem valor, pois pode ter acontecido algum problema na estação em determinado momento esse acabou por não registrar as suas marcações externas. Dentro do arquivo recebido, os registros que não tiveram marcação terão suas colunas com o valor de 3 hifens, que então é tratado para inserção de valor nulo como forma de unificar o formato de um registro nulo no banco.

A tabela *registros* recebe todas as informações do arquivo recebido, mesmo que o registro que está sendo importada não tenha informações para todas as colunas da tabela *registros*, na linha 11 do *Procedimento importação*, é realizado uma varredura nos dados inconsistentes que a tabela *registros* recebeu para só inserir na tabela *fato* as linhas que não tiverem campos nulos, caso contrário este registro não será inserido na tabela *fato*. A ideia deste tratamento foi que todos os dados presentes na tabela *fato* sejam validos para análise.

Na linha 12 do procedimento, é onde são feitos os tratamentos e transformações de dados para inserção na tabela *fato*. No caso deste trabalho, foi realizado uma transformação para que as direções dos ventos não sejam incluídas como siglas e sim com seu nome completo, a fim de garantir uma facilidade de visualização do usuário final da aplicação e evitando que posteriormente as requisições do banco de dados tenham de fazer estes tratamentos de transformações.

Para as tabelas *estacoes* e *idades*, foi feita uma carga inicial de dados manual com a estação de vacaria, que é a única estação agro meteorológica ativa no momento e as cidades que compunham os campos de cima da serra do estado do

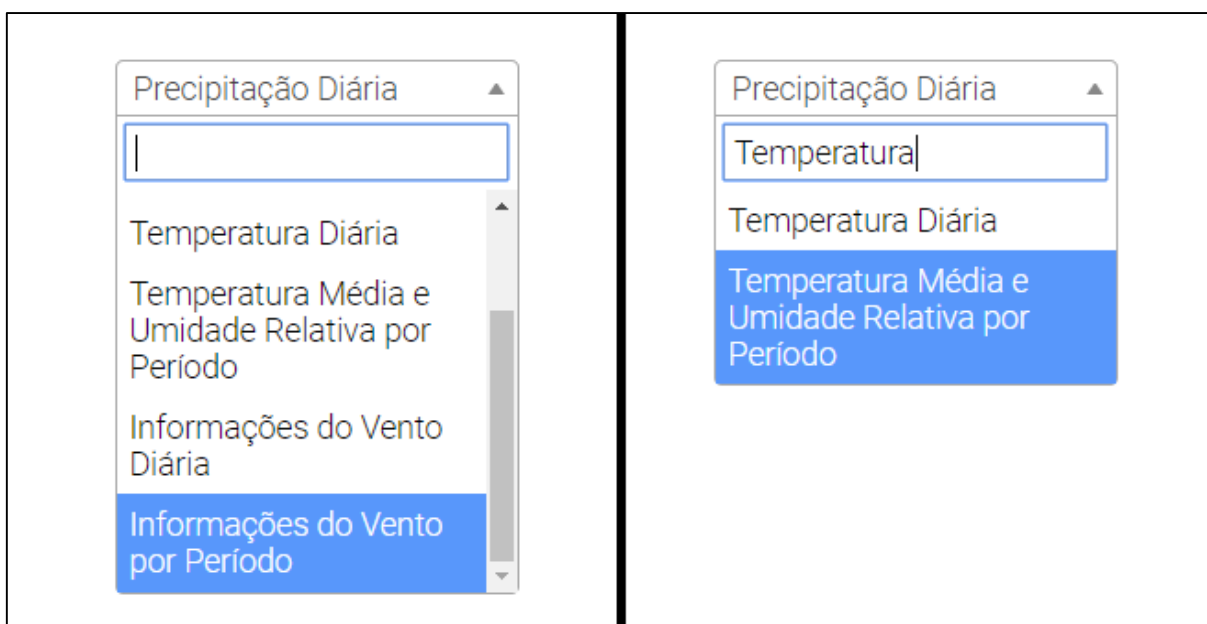
Rio Grande do Sul. Para ambas tabelas, a inserção de novos registros pode ser realizada através de um *script* de inserção diretamente via banco de dados ou então utilizar um arquivo no formato CSV para sua importação através do phpPgAdmin como uma forma de automatizar as inserções no banco.

4.3 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Neste tópico, será abordado toda a parte técnica do desenvolvimento do trabalho, demonstrando o comportamento de todos elementos utilizados para o desenvolvimento da interface WEB.

Para os campos de seleção de cidade e medição, foi utilizado o campo do tipo *select2*¹⁰, construído em JS e que permite que usuários selecionem o valor para o campo de acordo com a barra de rolagem ou pesquisem como desejam. A forma do funcionamento deste campo pode ser visto na Figura 13, utilizando como exemplo o campo de seleção de tipos de medições.

Figura 13 – Exemplo Funcionamento do Campo de Seleção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com este tipo de campo para a seleção de valores, facilita ao usuário realizar pesquisa de alguma cidade ou medição indiferente do número de valores possíveis para o campo, uma vez que pode ser pesquisado manualmente pela rolagem ou então pesquisado por uma palavra específica.

¹⁰ <https://select2.org/>

Conforme mencionado nas seções anteriores deste trabalho o campo de cidades só listará cidades ativas no banco de dados. Para a busca das cidades para a interface WEB foi então filtrado que apenas apareçam para a seleção, cidade que tiverem valor 1 na coluna denominada “ativa” da tabela Cidades no banco de dados, caso contrário, as cidades não estarão disponíveis para a seleção no campo. A Figura 14 representa a estrutura da busca das cidades no banco de dados através da função GetCities. Este tratamento foi realizado para facilitar a escolha do usuário, uma vez que fosse possível selecionar cidades que não tivessem nenhum dado, o usuário perderia tempo procurando por dados em cidades que ainda não tem marcações de dados agro meteorológicos.

Figura 14 – Requisição das Cidades no Banco de Dados.

```
public function getCities(){
    $query = $this->db->query('SELECT id
                                , nome
                                FROM cidades
                                WHERE ativo = 1
                                ORDER BY nome');
    return $query->result();
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor¹¹.

Os tipos de medições previamente definidas no caso de uso Construir Gráfico foram dispostas manualmente na aplicação, ou seja, não há nenhuma tabela no banco de dados que guarde os tipos de medição. Na figura 15, pode-se ver a forma que eles foram listados internamente na aplicação.

Figura 15 – Declaração dos Tipos de Medição.

```
<div class="header_medition">
  <!-- Campo de medição -->
  <select name="select-medition" id="select-medition" style="width: 200px;">
    <!-- Utilizado o comando de PHP para popular o campo de acordo com o que o usuário selecionou antes de enviar o formulário -->
    <option value="1" <?php if($this->input->post('select-medition') == "1"){ echo "selected"; } ?>>Precipitação Diária</option>
    <option value="2" <?php if($this->input->post('select-medition') == "2"){ echo "selected"; } ?>>Precipitação por Período</option>
    <option value="3" <?php if($this->input->post('select-medition') == "3"){ echo "selected"; } ?>>Temperatura Diária</option>
    <option value="4" <?php if($this->input->post('select-medition') == "4"){ echo "selected"; } ?>>Temperatura Média e Umidade Relativa por Período</option>
    <option value="5" <?php if($this->input->post('select-medition') == "5"){ echo "selected"; } ?>>Informações do Vento Diária</option>
    <option value="6" <?php if($this->input->post('select-medition') == "6"){ echo "selected"; } ?>>Informações do Vento por Período</option>
    <option value="7" <?php if($this->input->post('select-medition') == "7"){ echo "selected"; } ?>>Resumo Diário de Informações</option>
  </select>
</div>
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Isto torna dispensável outra requisição do banco de dados, uma vez que as medições estão implícitas no código. E se eventualmente seja necessário a alteração

¹¹ Imagem retirada de dentro da Ferramenta Visual Studio Code. Download disponível em “<https://code.visualstudio.com/>”.

das medições como adicionar inserir uma nova medição ou alterar uma já existente, será apenas necessário uma nova linha ou alteração do campo *OPTION*.

Para os campos de escolha de data, foram utilizados campos do tipo Datepicker¹², que são construídos em JS e fazem tratamentos para a seleção de apenas um dia ou períodos de data de múltiplos dias.

Os campos de data podem ter sua data digitada manualmente ou selecionado através da interface disposta pelo campo que reproduz as datas em forma de um calendário para a seleção do usuário. Estas funcionalidades podem ser verificadas na Figura 16.

Figura 16 – Exemplo Funcionamento do Campo de Data.

The figure displays three examples of date picker interfaces. The top example shows a single date selection for October 2017, with the 29th highlighted. The bottom left example shows a range selection from 07/06/2016 to 15/06/2016, with the 7th highlighted. The bottom right example shows a range selection from 07/06/2016 to 15/06/2016, with the 15th highlighted.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste campo também há uma possibilidade de alteração do mês através de um item de lista. Ainda sobre o campo de data, é possível identificar que ele realiza validações para não permitir que o usuário informe data iniciais e finais inconsistentes. Para o campo inicial é bloqueado seleção de datas maiores do que o campo de data final. Já o campo final não permite que sejam selecionadas datas menores do que o campo inicial. Se o usuário manualmente informa datas incoerentes, o campo automaticamente ajusta o outro campo de data para a mesma data que o usuário informou.

Para cada um dos tipos de medições disponíveis na interface WEB, é liberado o campo de dia ou período dependendo da medição selecionada, e para cada medição

¹² <https://jqueryui.com/datepicker/>

também é realizada uma busca específica na tabela Fato do DW, todas estas pesquisas são realizadas pela função “GetWeather”.

Quando forem selecionadas medições diárias, só será possível informar um dia para a pesquisa e a busca realizada no banco de dados apenas filtra por cidade e dia, e este tipo de *query* será sempre ordenada pela coluna “time”, que mantém as horas do dia. Na Figura 17, podemos ver um exemplo deste tipo de pesquisa.

Figura 17 – Exemplo Busca de Informações de Medição Diária.

```
if ($this->input->post('select-medition')== '1'){
    //medition = 1 = Precipitação Diária
    //Dados de entrada: select-cities / date
    $query = $this->db->query("
    SELECT rain,rain_rate,to_char(time,'HH24:MI') hora
    FROM fato
    WHERE cidades_id = " . $this->input->post('select-cities') . "
    AND data = to_date('" . $this->input->post('date') . "', 'DD/MM/YYYY')
    ORDER BY time
    ");
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando forem selecionados os tipos de medição por período será possível informar um intervalo de datas e a busca no banco de dados utilizara funções de agrupamento de Média (AVG) e Soma (SUM). A função de agrupamento AVG sempre será acompanhada da função de arredondamento (ROUND), para ajustar as casas decimais retornadas do banco de dados. Por conta das funções de grupo, é necessário realizar o agrupamento dos dados da *query* com uma função GROUP BY, agrupando por estação e dia. Esta pesquisa será filtrada pelas datas que estiverem entre o período e cidade informado pelo usuário. A *query* será ordenada pela coluna “Data” para pesquisas que filtrem um período. Na Figura 18, encontramos um exemplo de uma destas pesquisas.

Figura 18 – Exemplo Busca de Informações de Medição por Período.

```
}elseif ($this->input->post('select-medition')== '2'){
    //medition = 2 = Precipitação por Período
    //Dados de entrada: select-cities / date-from / date-to
    $query = $this->db->query("
    SELECT SUM(rain) rain,ROUND(AVG(rain_rate),2) rain_rate,estacoes_id,to_char(data,'DD/MM/YYYY') dia
    FROM fato
    WHERE cidades_id = " . $this->input->post('select-cities') . "
    AND data BETWEEN to_date('" . $this->input->post('date-from') . "', 'DD/MM/YYYY')
    AND to_date('" . $this->input->post('date-to') . "', 'DD/MM/YYYY')
    GROUP BY estacoes_id,data
    ORDER BY data
    ");
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os campos de pesquisa da aplicação foram desenvolvidos dentro da *template* da aplicação, então estes campos de pesquisa se fazem presentes em quase

todas as telas do sistema. A utilização de *templates* como forma de facilitar o entendimento e memorização dos campos em tela, garantem uma experiência mais agradável aos usuários (DEV MEDIA, 2017).

Todos os campos utilizados na interface WEB, foram pensados com o objetivo de proporcionar uma fácil utilização ao usuário, que de acordo com os artigos de Acosta, Espino e Casamayor (2016) e LOKUGE et al. (2016), a facilidade de utilização de uma aplicação reflete positivamente no apoio a tomada de decisões e também no interesse do usuário a utilizar a ferramenta.

A construção dos gráficos se deram através dos gráficos *ChartsJS*¹³, que são construídos em JS e formam diversos tipos de gráficos leves com funcionalidades de *tooltip*, transparência e fácil configuração. Todos os gráficos foram construídos no modelo de gráficos de barra ou linha, mas se necessário, o ChartsJS oferece diversas opções de configuração de tipos de gráficos, com adequação de gráficos já existentes ou mesmo o desenvolvimento de uma nova medição para a interface WEB.

Para a utilização destes gráficos, apenas é necessário a construção de *datasets* compostos de *arrays* de variáveis que recebem os registros retornados das requisições do banco de dados, enquanto as legendas dos gráficos são declaradas estaticamente. Os vetores chamados de “rainArray” e “rainrateArray” são vetores que tem registros retornados do banco de dados pela função “GetWeather”. O processo de popular estes *datasets* pode ser visto na Figura 19.

¹³ <http://www.chartjs.org/>

Figura 19 – Exemplo de Inserção nos Conjuntos de Dados Com os Vetores.

```

<?php if($this->input->post('select-medition') == '1'){ ?>
    var rainDataset = {
        label: 'Chuva(mm)',
        data: rainArray,
        backgroundColor: 'rgba(1, 50, 255, 0.2)',
        borderColor: 'rgba(1,50,255,1)',
        borderWidth: 1
    };
    var rainrateDataset = {
        label: 'Taxa de Chuva',
        data: rainrateArray,
        backgroundColor: 'rgba(135, 186, 24, 0.2)',
        borderColor: 'rgba(135,186,24,1)',
        borderWidth: 1
    };
    var data = {
        labels: timeArray,
        datasets: [rainDataset, rainrateDataset]
    };

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes gráficos são desenvolvidos de forma simples na aplicação, onde dependendo de qual o tipo de medição selecionado pelo usuário, será construído um gráfico de acordo com os dados que aquela medição compreende, fazendo uso de um conjunto de dados, conforme especificado anteriormente. Na Figura 20, podemos ver um exemplo da declaração destes gráficos.

Figura 20 – Exemplo de Declaração de Gráfico.

```

<script src="<?php echo base_url(); ?>assets/js/chart/Chart.min.js"></script>
<script>
    var ctx = document.getElementById("myChart").getContext('2d');
    var myChart = new Chart(ctx, {
        type: chartType,
        data: data,
        options: chartOptions
    });
</script>

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com isto, podemos identificar também que é utilizado uma outra variável chamada “ChartOptions”, que guarda informações de configurações dos gráficos. Está variável também é alterada conforme a medição selecionada pelo usuário.

O caso de uso “Buscar Resumo Diário de Informações”, sofreu uma pequena alteração de funcionalidade. Visando sempre uma melhor visibilidade de informações, será feito com que o resumo de informações nunca dívida espaço com o gráfico construído. O resumo diário será incluído dentro do campo dos tipos de medições e quando o usuário selecionar a medição de “Resumo Diário de Informações” e clicar em pesquisar, o sistema retornará um resumo de informações do dia que o usuário escolheu, ou seja, sua funcionalidade permaneceu a mesma, apenas alterou o seu método de acesso. Está alteração permite que os gráficos preencham toda a tela do usuário, permitindo então a criação de gráficos com mais espaço para análises de intervalos de tempo maiores.

A estrutura da requisição do banco de dados da medição “Resumo Diário de Informações” pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 – Requisição do Resumo de Informações do Banco de Dados.

```

}elseif ($this->input->post('select-medition')=='7'){
    //medition = 7 = Resumo de Informações do dia
    //Dados de entrada: select-cities / date
    $query = $this->db->query("
    SELECT MAX(hi_temp) max_hi_temp
        , MIN(low_temp) min_low_temp
        , ROUND(AVG(temp_out),2) avg_temp_out
        , ROUND(AVG(heat_index),2) avg_heat_index
        , ROUND(AVG(out_hum),2) avg_out_hum
        , ROUND(AVG(bar),2) avg_bar
        , ROUND(AVG(wind_speed),2) avg_wind_speed
        , (SELECT wind_dir
            FROM fato fato2
            WHERE cidades_id = " . $this->input->post('select-cities') . "
            AND fato2.data = fato.data
            AND wind_dir <> ''
        GROUP BY wind_dir,data
        ORDER BY count(*) DESC
        LIMIT 1) wind_dir
        , ROUND(AVG(rain),2) avg_rain
        , ROUND(AVG(dew_pt),2) avg_dew_pt
        , estacoes_id
        , to_char(fato.data,'DD/MM/YYYY')
    FROM fato
    WHERE cidades_id = " . $this->input->post('select-cities') . "
      AND data      = to_date('' . $this->input->post('date') . "','DD/MM/YYYY')
    GROUP BY estacoes_id,data
    ORDER BY data
    ");
}

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a liberação da funcionalidade de exportação de dados em formato CSV, que foi uma necessidade que surgiu após a concepção da proposta de solução, foi desenvolvido um procedimento de autenticação no sistema, para que apenas usuários com sessão ativa pudessem visualizar e utilizar a funcionalidade de *download* de arquivo CSV. A requisição do banco de dados e validação do usuário são realizados dentro da função “login”, que pode ser vista na Figura 22.

Figura 22 – Procedimento de Validação da Autenticação do Usuário no Sistema.

```
public function login(){
    //Realiza um SELECT na TUSUARIOS com o usuario e senha informados na tela de login
    $query = $this->db->query("
    SELECT usuarios_id
       , login
       , obs
    FROM usuarios
    WHERE login = '" . $this->input->post('user') . "'
    AND senha = '" . $this->input->post('pass') . "'
    ");

    if($query){
        if($query->num_rows() > 0){
            //Dados da Query são passados para o $ROW
            $row = $query->row();
            //Neste ponto são guardadas algumas informações do usuários, caso seja necessário utilizar posteriormente
            //(Exemplo: Em uma mensagem do sistema aparece o nome do usuário logado)
            $userData = array(
                'usu_id' => $row->usuarios_id,
                'login'  => $row->login,
                'logged' => true
            );

            //Aqui efetivamente autentica o usuário no sistema
            $this->session->set_userdata($userData);
            $this->session->set_flashdata('message', 'Você se logou no sistema com sucesso. A funcionalidade de exportação de arquivo foi desbloqueada.');
```

```
            redirect('home');
```

```
        }else{
            //Usuário/senha Incorretos
            $this->session->set_flashdata('message', 'Usuário ou senha inválidos.');
```

```
            redirect('login');
```

```
        }
    }else{
        //Tratamento para caso haja algum problema com a QUERY
        $this->session->set_flashdata('message', 'Houve algo de errado com a query de usuário.');
```

```
        redirect('login');
```

```
    }
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta figura, podemos identificar que o usuário e senha digitados na interface tem de estar presentes na tabela usuários do banco de dados para que seu *login* seja efetuado no sistema.

Dando continuidade ao sistema de autenticação de usuário, foi desenvolvido a funcionalidade de *download* de arquivo CSV, que é apenas ativa quando o usuário estiver autenticado no sistema, sendo acessada através do botão “Exportar Dados” na Interface WEB, no *footer* da página, que também pertence a *template* do sistema. A função da requisição das informações do DW da aplicação e da criação do CSV podem ser vistos na Figura 23.

Figura 23 – Procedimento de Exportação de dados.

```

public function exportar(){
    $this->load->dbutil();
    $this->load->helper('file');
    $this->load->helper('download');
    $delimiter = ",";
    $newline = "\r\n";
    $filename = "dados_da_pesquisa.csv";
    //Dependendo da medição selecionada, o usuário vai ter informado apenas um dia (1,3,5,7) ou um intervalo de datas (2,4,6)
    if ($this->input->post('select-medition')=='1' ||
        $this->input->post('select-medition')=='3' ||
        $this->input->post('select-medition')=='5' ||
        $this->input->post('select-medition')=='7'){
        $query = "
        SELECT to_char(data,'DD/MM/YYYY') dia
               , to_char(time,'HH24:MI') tempo
               , hi_temp temperatura_max
               , low_temp temperatura_min
               , temp_out temperatura_med
               , heat_index sensacao_termica
               , out_hum umidade_relativa
               , bar pressao_atmosferica
               , wind_speed velocidade_vento
               , wind_dir direcao_vento
               , rain precipitacao
               , rain_rate taxa_precipitacao
               , dew_pt ponto_orvalho
        FROM fato
        WHERE cidades_id = " . $this->input->post('select-cities') . "
        AND data = to_date('' . $this->input->post('date') . '' , 'DD/MM/YYYY')
        ORDER BY data,time";
    }elseif ($this->input->post('select-medition')=='2' ||
        $this->input->post('select-medition')=='4' ||
        $this->input->post('select-medition')=='6'){
        //Neste ponto, contém o SELECT com o comando BETWEEN para buscar informações de um intervalo de datas
    }
    $result = $this->db->query($query);
    $data = $this->dbutil->csv_from_result($result, $delimiter, $newline);
    force_download($filename, $data);
}

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode ser visto que o intervalo de datas da requisição do banco de dados do arquivo CSV irá variar conforme a data escolhida pelo usuário na interface WEB, contudo, as informações serão sempre as mesmas, indiferente da medição escolhida pelo usuário. Estes dados formam a totalidade das informações contidas na tabela fato do sistema.

Para sanar o caso de uso de “Realizar Contato”, foi criado um formulário que permite o usuário do sistema informar o *e-mail* onde quer receber a resposta, seu nome e a sua mensagem ao administrador do site, esta funcionalidade pode ser acessada pelo *footer* da página, no botão “Entrar em Contato”. Foi então desenvolvido a função “index” para enviar *e-mails*, que pode ser vista na Figura 24.

Figura 24 – Procedimento de Envio de E-mail.

```

public function index() {
    if($this->input->post()){
        //Validações de campo para que não permita enviar mensagens com campos em brancos e nem e-mails inválidos
        $this->form_validation->set_error_delimiters('<span class="contato__single-error">', '</span>');
        $this->form_validation->set_rules("name", "Nome", "required");
        $this->form_validation->set_rules("email", "E-mail", "required|valid_email");
        $this->form_validation->set_rules("message", "Mensagem", "required");
        if($this->form_validation->run() == false){
            $this->lib_templates->set_title('Contato');
            $this->lib_templates->set_template('templates/main');
            $this->lib_templates->set_view('contato/contato');
            $this->lib_templates->render();
        }else{
            $config['mailtype'] = 'html';
            $this->load->library('email', $config);
            //Remetente
            $this->email->from('contato@zephyr.com.br', 'UCS - Portal Meteorológico');
            $this->email->reply_to($this->input->post('email'), $this->input->post('name'));
            //Destino
            $this->email->to('rbdeitos@ucs.br');
            $this->email->subject('UCS - Portal Meteorológico - Formulário de Contato');
            $mensagem = '<html><body>';
            $mensagem .= '<p>Nome: ' . $this->input->post('name') . '</p>';
            $mensagem .= '<p>E-mail: ' . $this->input->post('email') . '</p>';
            $mensagem .= '<p>Mensagem: ' . $this->input->post('message') . '</p>';
            $mensagem .= '</body></html>';
            $this->email->message($mensagem);
            if (!$this->email->send()){
                $this->session->set_flashdata('message', 'Ops! Ocorreu um erro ao tentar enviar a mensagem para o e-mail informado.');
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos identificar que o procedimento de envio de *e-mails* segue um padrão para a sua composição, onde a mensagem é enviada em forma de HTML com os campos informados na tela. Através da imagem podemos identificar também que são feitas validações no campo de e-mail, garantindo que seja um *e-mail* válido e para os campos de texto apenas verificar se não estão em branco. Ainda sobre a Figura 24, podemos identificar que os *e-mails* de remetente e destinatário são definidos fixamente no código.

Toda a parte do CSS da aplicação foi feita através do formato de classes em um arquivo unificado. Isto facilita a manutenção dos estilos utilizados, uma vez que todo o CSS da aplicação é centralizado e quando uma classe for alterada, todos os campos HTML definidos com aquela classe receberam a atualização (DEITEL e DEITEL, 2008).

Ainda sobre o CSS, foram realizados tratamentos que dependendo do tamanho da tela do usuário que está utilizando a aplicação, os campos organizem-se de forma diferente. Assim permitindo que diversas resoluções de tela consigam utilizar a interface WEB, sem perceber grandes diferenças.

Caso venham a ser implantadas mais de uma estação por cidade para uso nesta aplicação, as requisições do banco de dados terão de ser alteradas para filtrarem pela coluna “estacoes_id” da tabela fato ao invés da coluna “cidades_id”, uma vez que uma cidade pode englobar diversas estações.

Para a hospedagem da Interface WEB, foi disponibilizado para este trabalho um diretório do *Kinghost*¹⁴.

4.4 INSTALAÇÃO

Este tópico do trabalho contempla toda a instalação necessária para o funcionamento da aplicação e também as diretrizes das configurações executadas.

Toda a interface WEB foi toda desenvolvida utilizando o *framework* de desenvolvimento PHP *CodeIgniter*, que utiliza a estrutura MVC. Então no início do projeto, o primeiro passo foi baixar o *CodeIgniter* e realizar a transferência das suas estruturas para o diretório da aplicação através do *File Transfer Protocol* (FTP).

Com isto, o *CodeIgniter* já está implantado em nossa interface WEB. As configurações da aplicação ficam todas no mesmo diretório dividido em vários arquivos. Para isto, será explicado item a item das alterações que foram feitas nas configurações da aplicação para que suas comunicações e funcionalidades operassem corretamente. Os arquivos são os seguintes:

1. *Autoload.php*: arquivo que configura tudo o que é carregado quando o usuário entra na página da interface WEB. Dentro deste arquivo, foram atualizados o item *Libraries*, descrito a seguir.
 - 1.1. *Libraries*: neste item são configuradas as bibliotecas que devem ser utilizadas na aplicação.
2. *Config.php*: arquivo com diversas configurações da aplicação. Neste arquivo, foram atualizados os seguintes itens:
 - 2.1. *Base.url*: neste item é configurado o *Uniform Resource Locator* (URL) inicial da aplicação.
 - 2.2. *Subclass_prefix*: este item deve ser configurado com o prefixo de bibliotecas produzidas pelo usuário.

¹⁴ <https://kinghost.com.br/>

2.3. *Charset*: configuração de qual grupo de caracteres será utilizado em métodos que necessitam que um grupo de caracteres seja escolhido.

3. *Database*: este é o arquivo que configura a conexão com o banco de dados.

4. *.htaccess*: este arquivo controla o URL da aplicação. Foi alterado para garantir uma URL amigável ao usuário, mantendo a URL sempre com o nome “clima”.

Agora será descrita a arquitetura de pastas da aplicação. Em uma arquitetura MVC, para garantir o funcionamento e boa organização da interface WEB, todos os componentes devem estar nos diretórios corretos da aplicação. Os diretórios são os seguintes:

1. *Assets*: neste diretório é depositado todo o CSS, JS e imagens utilizados pela aplicação. O código de *Datepicker*, *Select2* e *CharsJS* encontram-se neste diretório.
2. *Controllers*: são onde ficam arquivos *controllers* da aplicação que ajustam toda a movimentação entre as *Models* e *Views* da aplicação. No caso deste trabalho, fora, necessárias apenas as *controllers* “Home.php” que controla toda a aplicação e “Login.php” que cuida de todo o processo de autenticação dos usuários.
3. *Libraries*: no presente diretório, são arquivadas as bibliotecas utilizadas na aplicação. No caso deste trabalho, existe apenas a *LIB_TEMPLATE* que é uma biblioteca desenvolvida com diversas funções para carregar as informações da *template* de determinada ação do *controller* para aplicação.
4. *Models*: neste diretório ficam os modelos que realizam todas as requisições do banco, utilizando comandos PHP que enviam o SQL para o banco e recebem o retorno em uma variável.
5. *Views*: são onde ficam as *Views* da aplicação, construídas utilizando PHP e HTML. Estas são chamadas pelo *controller* da aplicação. No caso deste trabalho existem as páginas de “contato”, “login”, “pesquisa” e “template”.

Sobre a hospedagem do site, se o servidor for uma máquina virtual completa, seria possível a importação diretamente dos dados através da rotina de importação, ou seja, do arquivo recebido das estações será inserido diretamente no banco de dados através da aplicação. Este foi o modelo desenvolvido na seção de atualização do Data Warehouse que foi proposto e desenvolvido.

Contudo, não foi possível adequar a hospedagem e isto fez com que não fosse possível a contratação de uma máquina virtual tão robusta. Por conta disto deve ser feito a carga do arquivo em um banco local (uma cópia do banco da aplicação). Sendo

assim, a funcionalidade de atualização do DW deverá ser realizada *off-line*, para que isso seja possível, basta instalarmos na máquina que irá executar a aplicação, ferramentas como o WampServer¹⁵ ou Xampp¹⁶. Estas ferramentas instalam no sistema operacional o ambiente completo de desenvolvimento WEB, podendo ser possível criar aplicações com o Apache, PHP, banco de dados MySQL ou ainda PostgreSQL.

Após realizada a atualização *off-line* do banco de dados cópia da aplicação, deve ser realizada uma migração destes dados para o DW oficial da aplicação através de comandos *Data Manipulation Language* (DML), uma vez que a leitura de arquivos é muito custosa em questão de desempenho, já comandos DML de são relativamente rápidos.

¹⁵ <http://www.wampserver.com/en/>

¹⁶ https://www.apachefriends.org/pt_br/index.html

5 TESTES DA APLICAÇÃO

No presente capítulo, serão demonstrados os testes de funcionalidades e testes com um usuário chave, para melhor entendermos os tratamentos e as funcionalidades desenvolvidas para a ferramenta.

5.1 TESTES UNITÁRIOS

Para demonstrar que um programa está funcionando apropriadamente, não basta analisar o código fonte baseado em dados de entrada e saída, mas sim demonstrar como o código se comporta dentro da aplicação. A realização de testes se torna uma série de experimentos e os resultados destes testes formam uma base para definir como o programa se comporta em determinada situação (PLEEGER, 2004).

Com isto em mente para os testes de funcionalidade da aplicação, serão demonstrados os dados de entrada do usuário, descritos os dados requisitados do banco de dados e então exposto o comportamento da interface WEB para cada um destes ambientes.

Todos os testes executados nesta seção, foram homologados no navegador Google Chrome¹⁷ e Mozilla Firefox¹⁸. Estes testes foram executados em computador pessoal (PC) e celular, mas as figuras utilizadas nesta seção do trabalho são todas retiradas do PC, por estas terem uma melhor qualidade.

Para cada teste de funcionalidade dos gráficos, serão dispostos gráficos distintos como exemplos. Os gráficos podem ser separados pelo tipo “Diário”, que representa as marcações de apenas um dia e outro do tipo “Período” que representa as marcações para um intervalo de dias. Todos os testes serão realizados com a cidade de Vacaria, pois está é a única cidade ativa da aplicação.

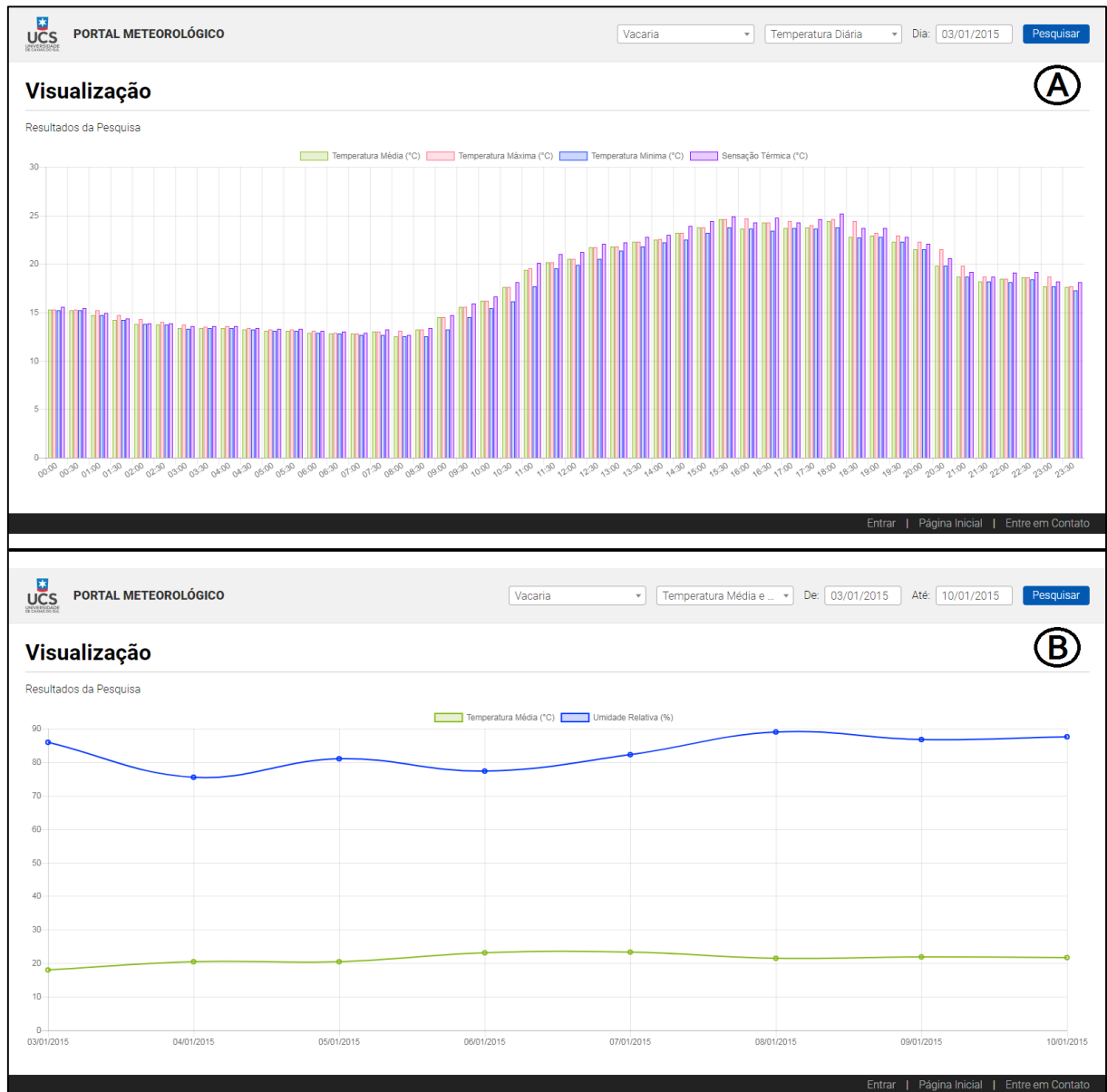
Para o primeiro teste da funcionalidade de geração de gráficos da interface WEB, será realizado uma requisição do DW onde a informação retornada a aplicação está totalmente consistente, ou seja, não há nenhum dado faltante das marcações das estações agro meteorológicas. A resposta da interface WEB para tal teste está disposto na Figura 25, na qual o gráfico “A” teve como dados de entrada o dia 03/01/2015 e a medição “Temperatura Diária”, enquanto o gráfico B foi utilizada a

¹⁷ <https://www.google.com.br/chrome/browser/desktop/index.html>

¹⁸ <https://www.mozilla.org/pt-BR/firefox/new/>

medição “Temperatura Média e Umidade Relativa” entre os dias 03/01/2015 até 10/01/2015.

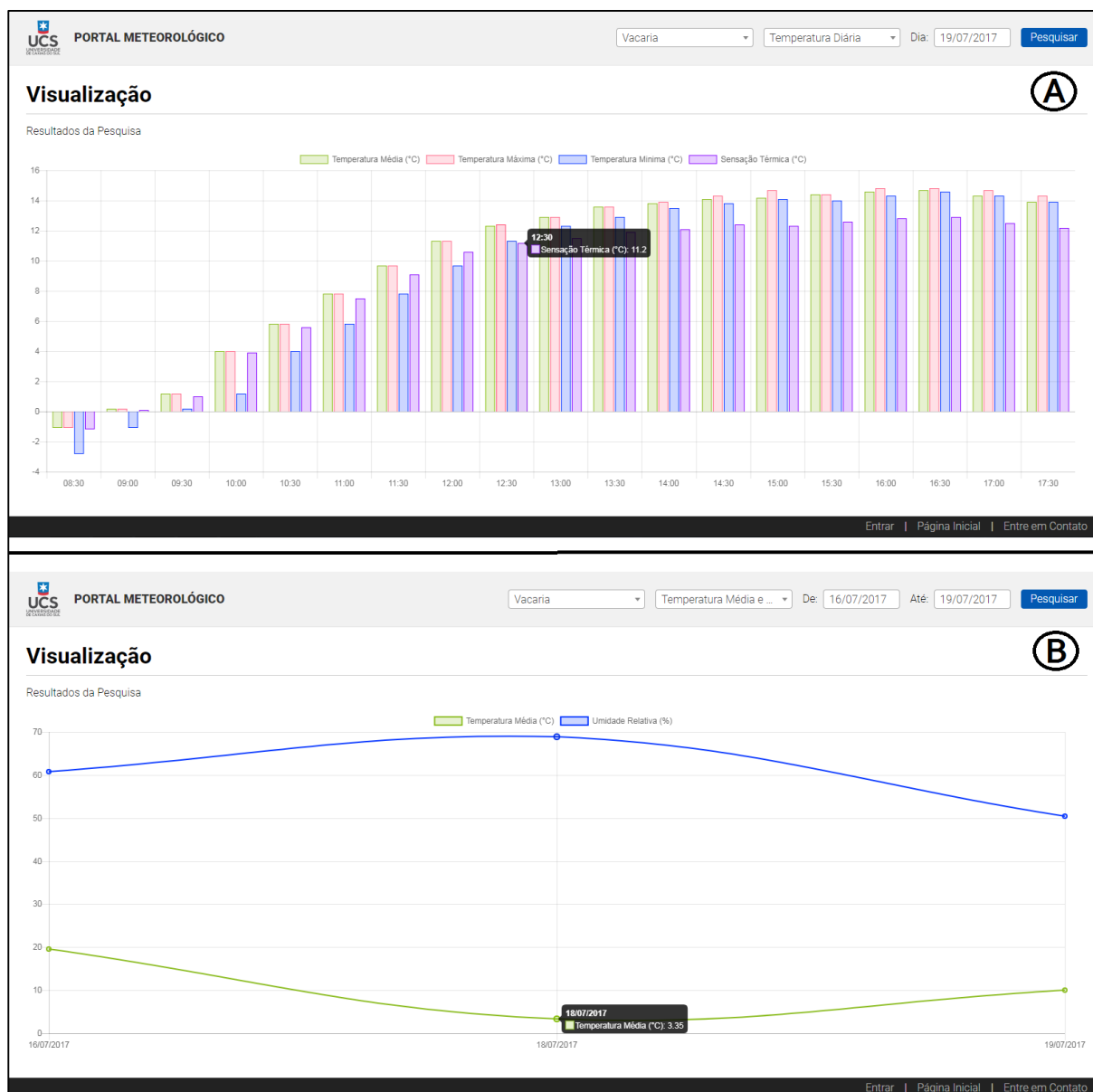
Figura 25 – Teste 1 dos Gráficos da Interface WEB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o segundo teste das funcionalidades de gráfico, serão consultados dados do banco de dados com datas em que a importação de dados não pôde importar todos os dados para a tabela *fato* pois existia alguma inconsistência no formato dos dados, assim podemos verificar como a aplicação se comporta com retorno de dados não por inteiro. Este teste pode ser verificado através da Figura 26. Onde o gráfico “A” foi filtrado pela medição de “Temperatura Diária” e dia 19/07/2017. Já no gráfico “B” foram buscadas informações dos dias 16/07/2017 até 19/07/2017 da medição “Temperatura Média e Umidade Relativa”.

Figura 26 – Teste 2 dos Gráficos da Interface WEB.

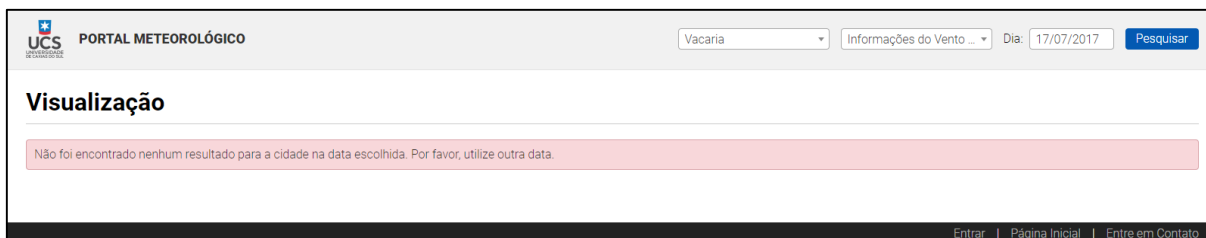


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda sobre a Figura 26, vê-se que em seu gráfico “A”, do tipo diário, não aparecem marcações para as todas as horas do dia, isto aconteceu justamente pois a tabela fato do sistema não compreende todos os dados do dia filtrado na interface. No segundo gráfico, também verificamos que o dia 17/07/2017 foi desconsiderado pelo gráfico, uma vez que neste dia não houve nenhuma marcação importada. Nesta figura também podemos observar a funcionalidade de *tooltip* dos gráficos desenvolvidos, que é ativa ao passar o mouse por cima das barras e linhas dos gráficos, que é adequado para informar valores exatos ou informações extras ao usuário. Os gráficos formados por medições do vento, tanto diária como por período, tem sua direção do vento exibidas através desta funcionalidade de *tooltip* dos gráficos.

Para o próximo teste da funcionalidade de gerar gráficos, será utilizada uma data em que não existe nenhuma marcação na tabela fato do sistema. Este teste pode ser verificado através da Figura 27, onde foi utilizada a data 17/07/2017 como filtro da medição Informações do Vento Diária.

Figura 27 – Teste 3 dos Gráficos da Interface WEB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este tratamento é utilizado para os gráficos dos tipos de medição diária e por período, e também para a pesquisa do resumo diário. Através deste teste é possível identificar que caso nenhum registro seja recuperado do banco de dados, a interface WEB retorna uma mensagem ao usuário de forma amigável.

Encerrando os testes de geração de gráficos do usuário, será realizado um teste para a geração de dados da medição de “Resumo Diário de Informações”, que não gera um gráfico e sim uma tabela de informações. Para este teste, será utilizado a data 01/03/2015 que contém uma marcação total de todas as informações do dia. Este teste pode ser visto na Figura 28.

Figura 28 – Teste 1 do Resumo Diário de Informações da Interface WEB.

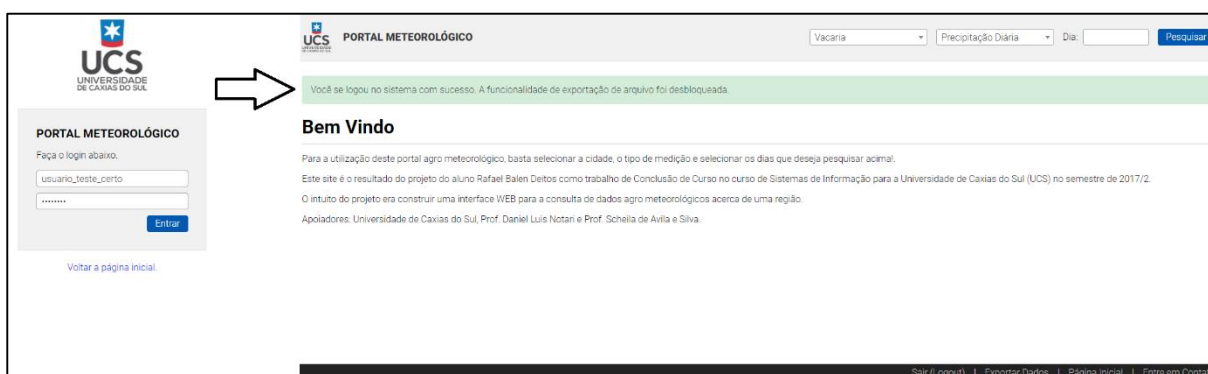
Índice	Valor
Temperatura Máxima	23.4
Temperatura Mínima	11.5
Temperatura Média	17.23
Sensação Térmica	17.41
Umidade Relativa do Ar	82.29
Pressão Atmosférica	1018.16
Velocidade do Vento	12.95
Direção do Vento	És-sudeste
Precipitação	0.00
Ponto do Orvalho	17.80

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através deste teste, podemos identificar que a tabela gerada com o resumo de informações de um dia, contém todas as informações definidas previamente na descrição do caso de uso “Buscar Resumo Diário de Informações”.

Realizados estes testes, serão realizados testes na autenticação de usuários e da funcionalidade de exportar os dados brutos da aplicação através de um arquivo CSV. No seguinte teste, será utilizado um usuário e senha presentes na tabela de usuários do sistema, permitindo então o *login* no sistema. Este teste está disposto na Figura 29. É possível verificar que o sistema dá uma resposta de confirmação ao usuário, informando-o que o *login* foi executado corretamente e liberando a funcionalidade de exportação de dados, localizada no canto inferior direito, no *footer* da página.

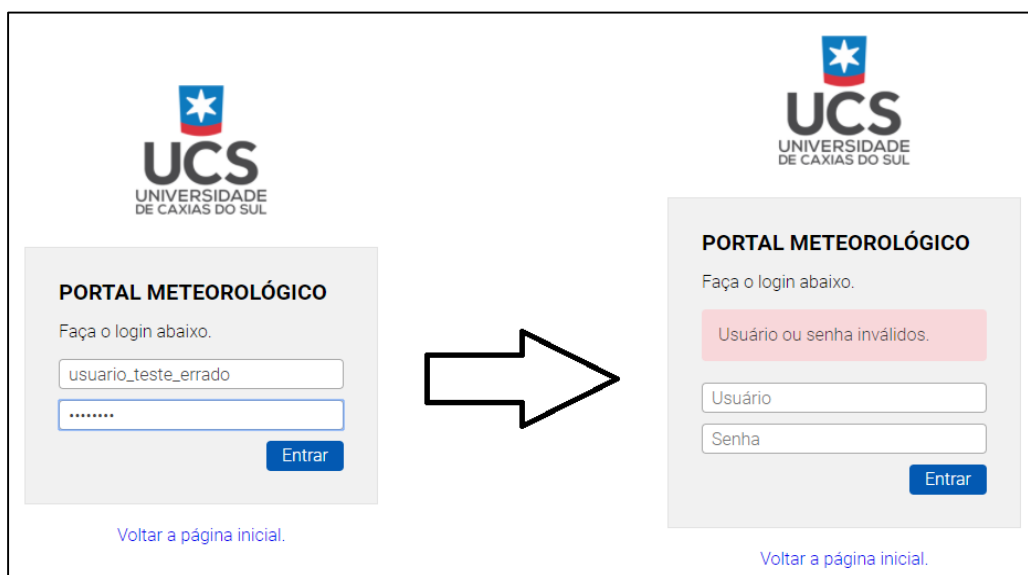
Figura 29 – Teste 1 do Login/Exportação da Interface WEB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o próximo teste, será utilizado um usuário e senha que não estão cadastrados na tabela de usuários do sistema, portanto sua autenticação não deve ser permitida. A Figura 30 demonstra este teste. Através do teste executado, é possível identificar que o sistema retorna uma mensagem informando ao usuário que não foi possível executar sua autenticação e não permite o seu *login* no sistema.

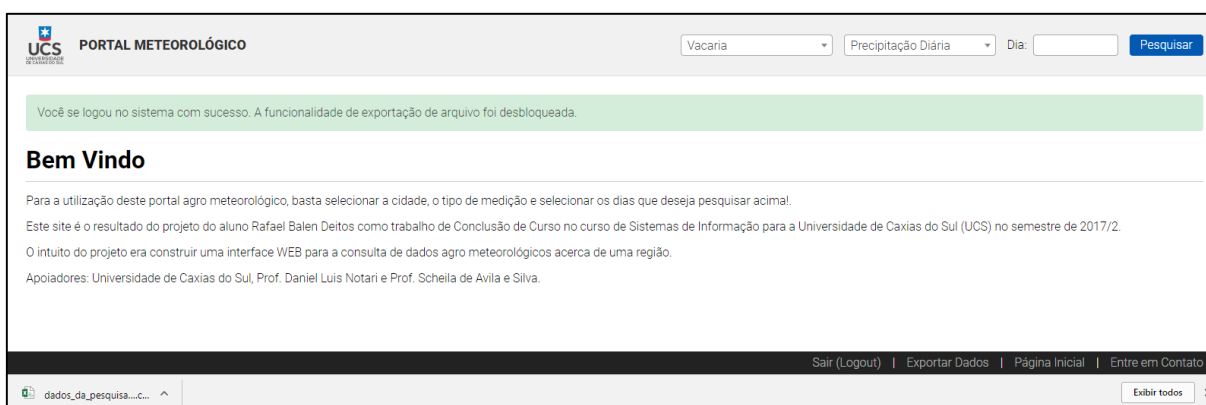
Figura 30 – Teste 2 do Login/Exportação da Interface WEB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No teste subsequente, será verificado a funcionalidade de exportação do arquivo CSV, que só deve estar ativa quando o usuário estiver conectado no sistema. Está validação pode ser verificada na Figura 31. Neste teste, foi possível confirmar que os dados são exportados do banco de dados ao clicar no botão “Exportar Dados” e está funcionalidade exporta os dados pelo própria carga do navegador utilizado, respeitando os dias informados nos campos de datas da aplicação. O arquivo exportado contém todas as informações presentes na tabela fato para a cidade e data escolhida. Os dados exportados não são diretamente influenciados pelo tipo de medição selecionado na interface WEB.

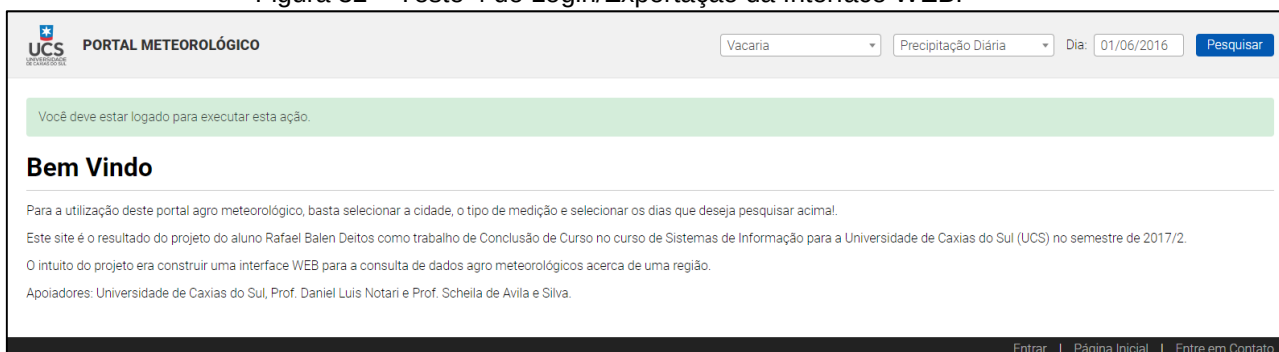
Figura 31 – Teste 3 do Login/Exportação da Interface WEB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o próximo teste na funcionalidade de *login*, será tentado utilizar a função de *download* do arquivo sem estar conectado no sistema para verificar se a funcionalidade de exportar dados permite que um usuário não conectado realize o *download* do arquivo. Este teste pode ser visto na Figura 32.

Figura 32 – Teste 4 do Login/Exportação da Interface WEB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a realização deste teste foi necessário alterar manualmente o URL da aplicação para o site seguido de “/home/exportar” que é a página onde o sistema envia o usuário ao clicar no botão “Exportar Dados”. Com este teste realizado, foi possível

verificar que a aplicação não permite usuários não autenticados a realizarem a exportação de arquivos.

Finalizados os testes das funcionalidades de Login e Exportação, será realizado um teste na função da tela de “Entrar em Contato” do sistema. No seguinte teste, será enviado um formulário com um *e-mail* válido para verificarmos a funcionalidade de envio de *e-mail*. Este teste pode ser visto na Figura 33.

Figura 33 – Teste 1 de Entrar em Contato da Interface WEB.

UCS PORTAL METEOROLÓGICO

Vacaria Precipitação Diária Dia: Pesquisar

E-mail enviado com sucesso. Em breve retornaremos seu contato.

Entre em Contato A

Em caso de dúvidas entre em contato conosco através do formulário abaixo.

rbdeitos@ucs.br

Rafael Balen Deitos

Mensagem de teste da Interface WEB

Enviar

Entrar | Página Inicial | Entre em Contato

UCS - Portal Meteorológico <contato@zephyr.com.br> para mim 22:28 (Há 1 hora) B

Nome: Rafael Balen Deitos
E-mail: rbdeitos@ucs.br
Mensagem: Mensagem de teste da Interface WEB

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na parte “A” da Figura, foi enviado um formulário respondido com o e-mail “rbddeitos@ucs.br” de nome “Rafael Balen Deitos” e mensagem “Mensagem de Teste da Interface WEB”, também podemos verificar que ao enviar o formulário, a interface WEB retorna uma mensagem ao usuário, confirmando que sua mensagem foi enviada corretamente. Na parte “B” da Figura podemos identificar que estes valores foram exatamente os valores recebidos em um *e-mail* de destino.

Lembrando que os detalhes do layout da interface WEB poderão sofrer alterações do como estão nas figuras desta subseção de testes, uma vez que estes

testes foram feitos durante o desenvolvimento das funcionalidades, antes dos testes com o usuário e antes da aplicação estar totalmente finalizada.

5.2 TESTES COM USUÁRIO

Nesta seção, serão realizados testes da interface WEB com um usuário técnico da área de agrometeorologia e então serão explicitas as considerações quanto a interface WEB desenvolvida, tanto em termos de funções como de *layout* e organização de conteúdo.

Estes testes foram realizados no dia 16/11/2017 as 17:00 na Universidade de Caxias do Sul – UCS. Foi realizada uma apresentação da ferramenta desenvolvida para o usuário Gabriel Pauletti, Diretor do Instituto de Biotecnologia da UCS.

Esta apresentação demonstrou a construção de gráficos, listagem de informações, autenticação de usuário, exportação de dados, *layout* da página WEB juntamente com uma explicação das funcionalidades do sistema e qual o propósito de cada função desenvolvida.

A ferramenta desenvolvida agradou o usuário que acabou por elogiar todas as funcionalidades desenvolvidas. Informou que a interface WEB garantiu uma boa visualização dos dados e que os tipos de medições estavam coerentes. Os tipos de gráficos montados faziam sentido e ajudariam a análise, uma vez que a utilização de gráficos é uma abordagem bem útil para análise de dados meteorológicos.

Todavia, foram sugeridas 2 alterações na ferramenta desenvolvida. As sugestões são as seguintes:

1. A funcionalidade do caso de uso “Buscar Resumo Diário de Informações”, poderia também realizar uma busca por período mensal e não apenas uma medição diária;
2. As medições de “Precipitação Diária” e “Precipitação por Período” não deveriam listar a informação de taxa de chuva por conta de como a informação é medida e enviada pelas estações agro meteorológicas. A sua presença no gráfico atrapalha a análise das informações de precipitação diária, distorcendo o gráfico por conta de seus valores.

Estas sugestões foram aceitas e implementadas na ferramenta. Portanto, mais uma medição passou a existir na interface WEB, denominada “Resumo de Informações por Período (Mensal)” e a Taxa de Chuva deixou de ser apresentada nos gráficos de “Precipitação Diária” e “Precipitação por Período”. Juntamente destas

alterações, foram realizadas pequenas alterações de *layout* que foram propostas pelo usuário.

6 CONCLUSÃO

Este capítulo contempla a apresentação de um resumo das atividades realizadas durante a execução deste trabalho, juntamente com as contribuições deste trabalho e oportunidades de trabalhos futuros.

6.1 SÍNTESE

A variação climática é um dos fatores mais influentes quando o assunto é agronegócio. Isto amplia a necessidade de que tais informações devam ser disponibilizadas a população.

O Objetivo principal do presente trabalho foi o desenvolvimento de uma interface WEB que disponibilizasse informações agro meteorológicas de forma adequada ao usuário para garantir uma melhor análise das informações de tempo e clima de um determinado período.

Para que esse objetivo fosse atingido, foram estudadas técnicas de armazenamento e disponibilização de dados, juntamente com as tecnologias e os ambientes utilizados para implementação das técnicas pesquisadas. Foi buscado o entendimento e comparações das técnicas pesquisadas através de uma busca de trabalhos relacionados, que então constatou que a utilização de um ambiente de BI ajuda os usuários finais da aplicação no apoio a tomada a decisão. Foi então modelada uma proposta de solução que fizesse uso de características promovidas por elementos de um sistema de BI para a disponibilização das informações através de uma interface WEB.

Em seguida, um especialista da área da agro meteorologia, selecionou dentre um grupo de dados meteorológicos provindos de estações agro meteorológicas, os dados mais importantes e tipos de medições que seriam relevantes para a análise do tempo e clima de uma região.

Com base no conhecimento adquirido, foi possível o desenvolvimento de um Data Warehouse para utilização em uma aplicação WEB que é capaz de apresentar informações e construir gráficos de forma relevante ao usuário. Com esta ferramenta disponibilizada, podem ser geradas diferentes análises, de diferentes pontos de vista sobre uma determinada localização com base em suas informações agro meteorológicas.

O procedimento de limpeza e carga dos dados desenvolvido, supriu as necessidades de inserção de atualização do DW. Infelizmente este procedimento não

poderá ser utilizado na hospedagem atual do servidor da aplicação, mas pode ser reaproveitado caso a hospedagem passe a aceitar leituras de arquivo de texto.

O modelo multidimensional desenvolvido utilizando o modelo estrela, mostrou-se adequado para a aplicação, uma vez que todas as informações consideradas importantes para a análise de dados estavam na mesma tabela do banco de dados, facilitando o acesso e a utilização dos dados na aplicação final.

Após os testes da aplicação e testes com o usuário, pôde-se concluir que a interface WEB construída, atingiu os requisitos de usuário que haviam sido definidos e a forma de visualização utilizada ajudou no auxílio a tomada de decisão do usuário final.

Com o sistema desenvolvido e testado, considera-se que os resultados obtidos são promissores e demonstram a viabilidade do uso de apresentação de dados agro meteorológicos de forma gráfica e através de uma plataforma WEB para análise de dados.

6.2 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

A área de sistemas de informação está em constante evolução, e este vasto progresso continua a beneficiar outras áreas do conhecimento, como a do agro negócio.

Neste trabalho, a expectativa era de que a ferramenta construída oferecesse apoio a área do agro negócio, permitindo acesso a informações agro meteorológicas que eram apenas recebidas e não divulgadas a população.

É conclusivo que a realização deste trabalho somente tornou-se possível por conta da evolução do conhecimento acerca dos recursos utilizados, através de pesquisas avançadas sobre utilização destes recursos. O que pode ser transmitido através do presente trabalho, são importantes contribuições para a área da Agro Meteorologia, Agro Negócio e a área de Sistemas de Informação.

A área de Agro Meteorologia e Agro Negócio foram favorecidas com uma ferramenta que permite a visualização e análise de informações de clima e tempo de uma determinada região, de forma adequada ao apoio a tomada de decisão. Enquanto a área de Sistema de Informação foi enriquecida com maiores conhecimentos de criação e utilização de Data Warehouse, plataforma WEB e ambientes de Business Intelligence, permitindo que os conceitos aprendidos neste trabalho sirvam de fonte de inspiração, conhecimento e referência para estudos relacionados.

6.3 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para projetos futuros, Gabriel Pauletti, usuário que realizou testes de validação do software, sugeriu que fossem integradas estações de outras cidades, aumentando a área de atuação e efetividade da ferramenta desenvolvida. Sugeriu também que esta ferramenta tivesse um *link* de acesso direto do site da UCS, garantindo um meio de acesso facilitado à ferramenta desenvolvida e garantindo uma maior visibilidade a população de uma maneira geral.

Também pode ser desenvolvido um novo processo para automatização da atualização do DW da aplicação, uma vez que hoje isto é feito de forma manual através dos procedimentos desenvolvidos.

A apresentação dos resultados da interface WEB pode ser melhorada através da pesquisa de outros tipos de medição com outros especialistas da área de agro meteorologia que unam diferentes visões do que pode ser importante para a análise do clima e do tempo de uma região.

Também pode ser interessante a evolução do sistema para que qualquer pessoa possa criar usuários e manter suas pesquisas salvas em uma forma de “Favoritos”, ou ajustar para que todo dia receba um *e-mail* contendo as medições e gráficos de sua escolha, sem a necessidade de acessar o plataforma WEB para sempre ter de realizar as mesmas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, A. P.; ESPINO, M. M.; CASAMAYOR, R. B. **Goal-oriented dashboard's requirements with i***: a case study. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*. v. 24, n. 4, 2016.
- ADAMSON, C. **Mastering Data Warehouse Aggregates: Solutions for Star Schema Performance**. Wiley Publishing, 2006.
- ALENCAR, J. R.; ROMANI, L. A. S.; MERLO, T. P.; EVANGELISTA, S. R. M.; OTAVIAN, A. F. **Avaliação dos impactos do uso do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo)**. *Revista de Política Agrícola*, n. 1, p. 5-19, 2016.
- ALVARENGA, A. A.; MORAES, M. E. O.; AZEVEDO, L. L. C. **Agrometeorologia: princípios, funcionalidades e instrumentos de medição**. São Paulo: Érica, 2015.
- ANGELONI, M. T. Elementos Intervenientes na tomada de decisão. **Ciência da informação**, v. 32, n. 1, Brasília, Jan./Abr. 2003.
- ARANÍBAR, J. C. **Inteligencia de negocios**. *Revista Ciencia y Cultura*, n.12, p. 95-101. 2003.
- ATALLAH, A. N.; CASTRO, A. A. **Revisões sistemáticas da literatura e metanálise: a melhor forma de evidência para tomada de decisão em saúde e a maneira mais rápida de atualização terapêutica**. *Diagnóstico & Tratamento*, v. 2, n. 2, p. 12-15, 1997.
- AVILA E SILVA, S. A.; BELTRAME, J.; COLOMBO, O.; FAORO, R. R.; ABREU, M. F. Projeto de Implantação de Observatório Integrado de Informações Agrometeorológicas: Uma Plataforma de Apoio ao Desenvolvimento Rural. **XV Encontro sobre os aspectos Econômicos e Sociais da Região Nordeste do Rio Grande do Sul**, Rio Grande do Sul, 2016.
- BIGOLIN, M.; SCHNEIDER, V. E.; SOMENZI, V.; BORTOLIN, T. A.; GRACIOLLI, O. D.; RIBEIRO, H. G.; MENDES, L. A. SIA - Sistema de Informação Ambiental: Ferramenta para Monitoramento e Apoio à Decisão em Recursos Hídricos para Empreendimentos Hidrelétricos. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, 2013.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: guia do usuário**. Tradução Fábio Freitas da Silva e Cristina de Amorim Machado. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CHEN, H.; CHIANG, R. H. L.; STOREY, V. C. **Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact**. *MIS Quarterly*. v. 36, n. 4, p. 1165-1188, 2012.
- COSTA, J. K. G.; SANTOS, I. P. O.; JUNIOR, M. C.; NASCIMENTO, A. V. R. P. Um Experimento em um Ambiente de Business Intelligence Industrial para melhoria da manutenção de cargas de dados. **XII Brazilian Symposium on Information Systems**. p. 534-541, 2016.

CRAVERO, A. L.; MAZÓN, J. N.; TRUJILLO, J. **A business-oriented approach to data warehouse development.** *Ingeniería e Investigación*. Revista Ingeniería e Investigación. v. 33, n. 1, p. 59-65, 2013.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação:** por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento Empresarial:** como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DEITEL, P. J.; DEITEL, H. M. **Ajax, Rich Internet Applications e desenvolvimento WEB para programadores.** 1. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

DEVMEDIA. **Utilizando templates no CodeIgniter.** Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/utilizando-templates-no-codeigniter/34635>>. Acesso em: 8 de setembro de 2017.

DUCLÓS, L. C.; SANTANA, V. L. **Ciclo estratégico da informação:** como colocar a TI em seu devido lugar. Curitiba: Editora Champagnat, 2009.

DUQUE-MÉNDEZ, N. D.; OROZCO-ALZATE, M.; VÉLEZ, J. J. **Hydro-meteorological data analysis using OLAP techniques.** Departamento de Informática y Computación, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Colombia. DYNA. v. 81, n. 185, p. 160-167, 2014.

ELEUTERIO, M. A. M. **Sistemas de informações na atualidade.** Curitiba: Intersaberes, 2015.

FERREIRA, J.; MIRANDA, M.; ABELHA, A.; MACHADO, J. **O Processo ETL em Sistemas Data Warehouse.** INForum 2010 - II Simpósio de Informática, p. 757-765, 2010.

GÓMEZ, M. J. S. **Investigación e implementación de una herramienta de inteligencia de negocios en software libre.** 196f. Trabalho de conclusão de curso (Ingeniería em Sistemas Informáticos y de Computación) - UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL, Quito, Equador, fev. 2013.

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de banco de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2009.

KIMBAL, R.; CASERTA, J. **The Data Warehouse ETL Toolkit:** practical techniques for extracting, cleaning, conforming and delivering data. Wiley Publishing, 2004.

KOCK, N. F.; MCQUEEN, R. J.; CORNER, J. L. The nature of data, information and knowledge exchanges in business processes: implications for process improvement and organizational learning. **The Learning Organization.** v. 4, n. 2, p. 60-70, 1997.

LARMAN, C. **Utilizando UML e Padrões:** Uma Introdução à Análise e ao Projeto Orientados a Objetos e Desenvolvimento Iterativo. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. Tradução Arlete Simille Marques. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2004.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais**. Tradução Célia Taniwaki. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. **A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research**. Informing Science Journal, v. 9, p. 181-212, 2006.

LOKUGE, S.; SEDERA, D.; ATAPATTU, M.; SAMARANAYAKA, D. **Exploring the Role of IS in Agriculture: Creating an Agenda Towards Agri-Informatics**. PACIS, 2016.

LUSSATO, B. **La théorie de l'empreinte**. Paris: ESF, 1991.

MEDEIROS, E. S. de. **Desenvolvimento de software com UML 2.0: definitivo**. São Paulo: Pearson, 2004.

MOURA, H. Y. **Software de Business Intelligence como ferramenta para análise de decisões na Era do Conhecimento**. 51f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Produção e Sistemas) - Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia de produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2010.

MONTEIRO, A. V. G.; PINTO, M. P. O.; COSTA, R. M. E. M. **Uma aplicação de Data Warehouse para apoiar os negócios**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, IME - Dept de Informática e Ciência da Computação, Rio de Janeiro, 2004.

NEGASH, S. Business Intelligence. **Communications of the Association for Information Systems**. v.13, p.177-195, 2004.

NIU, L.; LU, J.; ZHANG, G.; WU, D. **FACETS**: Acognitive business intelligence system. Information Systems, v. 38, p. 835-862, 2013.

NUNES, L. C.; GOMES, D. F. **Introdução à Mineração de Dados**. São Paulo: Saraiva, 2016.

OLIVEIRA, M.; CARDOSO, E.; SANTANA, M. **Medição de Usabilidade e Eficiência de Dashboards**: Framework Desenvolvida usando os Princípios de Desenho de Business Intelligence e Interação Homem-Máquina. 15ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, p. 338-362, 2015.

RAHM, E.; DO, H. H. **Data cleaning: Problems and Current Approaches**. IEEE Bulletin Of The Technical Committee On Data Engineering, v. 23, n. 4, 2000.

RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. **Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados**. Tradução Célia Taniwake. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2008

ROCHA, S. C. C. **Indicadores de gestão num sistema business intelligence: O caso de estudo da Glintt Healthcare Solutions**. 195f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação de Gestão) - Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra. Portugal, Coimbra, 2016.

ROTHER, E. T. Editorial: Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. **The Unified Modeling Language Reference Manual**. 2. ed. Boston: Adisson-Wesley, 2005.

RUBIN, E.; RUBIN, A. The impact of Business Intelligence systems on stock return volatility. **Information & Management**, v. 50, p. 67–75, 2013.

SCHNEIDER, G.; WINTERS, J. P. **Applying Use Cases: A Practical Guide**. 2. ed. Adisson-Wesley, 1998.

SETZER, V. W. **Dado, informação, conhecimento e competência**. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP. Departamento de Ciência da Computação. Disponível em: < <https://www.ime.usp.br/~vwsetzer/dado-info>>. Acesso em 13 abr. 2017.

SILVA, A. M.; DE ARAGÃO EDUARDO, A. A. **Ambiente de Apoio a Decisão Agrícola Através da Integração de Sistemas de Informações Geográficas com Técnicas de BI**. II World Congress on Systems Engineering and Information Technology. Espanha, Copec, 2015.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. Tradução André Maurício de Andrade Ribeiro. São Paulo: Adisson-Wesley, 2003.

TURBAN, E.; SHARDA, R.; ARONSON, J. E.; KING, D. **Business Intelligence: um Enfoque Gerencial Para a Inteligência do Negócio**. Tradução Fabiano Bruno Gonçalves. São Paulo: Pearson, 2009.