

Tecnologia



Volume 1

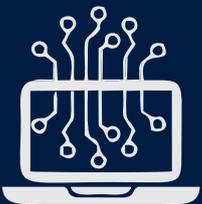
```
= False  
MIRROR_Y":  
= False  
= True  
= False  
MIRROR_Z":  
= False  
= False  
= True  
  
e end -add back the deselected  
  
objects.active = modifier_#  
tr(modifier_ob) # modifier  
t = 0  
elected_objects[0]  
e.name].select = 1  
  
lect exactly two objects,  
  
ASSES -----  
  
): "selected object"
```

ORGANIZADOR
DIEGO BRITO CANGUSSU

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO SISTEMAS E APLICAÇÕES



Compartilhando conhecimento





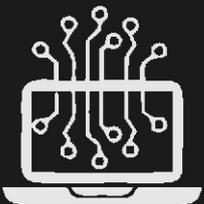
```
= False  
MIRROR_Y":  
= False  
= True  
= False  
MIRROR_Z":  
= False  
= False  
= True  
  
e end -add back the deselected  
  
jects.active = modifier_ob  
tr(modifier_ob) # modifier  
t = 0  
elected_objects[0]  
e.name].select = 1  
  
lect exactly two objects, ob  
  
ASSES -----  
  
) : selected object""
```

ORGANIZADOR
DIEGO BRITO CANGUSSU

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO SISTEMAS E APLICAÇÕES



Compartilhando conhecimento



Editor Chefe

Msc Washington Moreira Cavalcanti

Organizador

Diego Brito Cangussu

Conselho Editorial

Msc Lais Brito Cangussu

Msc Rômulo Maziero

Msc Jorge dos Santos Mariano

Dr Jean Canestri

Projeto Gráfico e Diagramação

Departamento de arte Synapse Editora

Edição de Arte

Maria Aparecida Fernandes

Revisão

Os Autores

2021 by Synapse Editora

Copyright © Synapse Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Synapse Editora

Direitos para esta edição cedidos à

Synapse Editora pelos autores.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Synapse Editora.

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Synapse Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação por parte dos membros do Conselho Editorial desta Editora e pareceristas convidados, tendo sido aprovados para a publicação.



Compartilhando conhecimento

2021

C222t Cangussu , Diego Brito

Tecnologia da Informação: Sistemas e Aplicações
Organizador: Diego Brito Cangussu,
Belo Horizonte, MG: Synapse Editora, 2021, 159 p.

Formato: PDF
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-88890-06-6
DOI: 10.36599/editpa-2021_tisa

1. Tecnologia da informação. 2. Sistemas de informação. 3. Gestão da informação.

I. Tecnologia da Informação: Sistemas e Aplicações

CDD: 004.4
CDU: 165:004.4

SYNAPSE EDITORA

Belo Horizonte – Minas Gerais
CNPJ: 20.874.438/0001-06
Tel: + 55 31 98264-1586
www.editorasynapse.org
editorasynapse@gmail.com



Compartilhando conhecimento
2021

Apresentação

O mundo em que vivemos vem se tornando cada vez mais tecnológico e autônomo, com intuito de melhorar os produtos finais e, conseqüentemente, a qualidade de vida. Com sistemas inteligentes, o controle e monitoramento de processos se tornam mais confiáveis e seguros, facilitando atividades humanas, industriais, escolares, rurais e etc.

Com a automação e internet houve um facilitador para a interrelação humana e o desenvolvimento.

Nos anos 80, diversas empresas optaram com a implantação da tecnologia em seus processos. A automação veio substituindo trabalhos manuais por máquinas, melhorando a produção em tempo e qualidade.

Cada capítulo desse livro apresenta artigos nos quais a tecnologia pode ser implementada para adquirir um melhor desempenho. É possível visualizar sistemas em diversos setores tais como mineração, plantio, escolas, dentre outros.

Diego Brito Cangussu



Compartilhando conhecimento
2021

Sumário

CAPÍTULO 1	8
ESTUDO DE PROPOSTAS PARA O PROJETO DE SOFTWARE EDUCACIONAL	
Sidnei Renato Silveira Cristiano Bertolini Fábio José Parreira Gilse Antoninha Morgental Falkembach Guilherme Bernardino da Cunha Vinicius Gadis Ribeiro Antônio Rodrigo Delepiane de Vit	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0001	
CAPÍTULO 2	17
FRAMEWORK "PLANTANDO ÁRVORES"	
Stênio Cavalier Cabral Francis Bento Marques Yuri Bento Marques Ivan Carlos Carreiro Almeida	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0002	
CAPÍTULO 3	51
A DIALÉTICA TEORIA E PRÁTICA NA MODALIDADE A DISTÂNCIA.	
Priscila Bernardo Martins Juliano Schimiguel Carlos Adriano Martins	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0003	
CAPÍTULO 4	35
REALIDADE AUMENTADA MOBILE: POTENCIALIDADES EM ATIVIDADES EDUCACIONAIS NO ENSINO MÉDIO	
Wilson Vanucci Costa Lima Felipe Becker Nunes Cesar de Oliveira Lobo	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0004	
CAPÍTULO 5	70
AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DE TERCEIRIZAÇÃO DE TI PARA A GESTÃO CONTRATUAL EM EMPRESAS PÚBLICAS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA	
Paulo Ribeiro Felisoni Fellipe Silva Martins Marcos Antonio Gaspar	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0005	
CAPÍTULO 6	93
PROPRIEDADE INTELECTUAL: A PROTEÇÃO DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR	
Junior Leal do Prado	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0006	

Sumário

CAPÍTULO 7	101
DOIS ESTUDOS DE CASO DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS POR MAPAS: OCORRÊNCIAS AÉREAS E ATENDIMENTOS DO CORPO DE BOMBEIROS	
Edvaldo Cordeiro Mantovanelli Heitor Barcellos Coelho Wagner Kirmse Caldas Flávio Severiano Lamas De Souza Moises Savedra Omena Jefferson Oliveira Andrade Daniel Ribeiro Trindade Karin Satie Komati	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0007	
CAPÍTULO 8	118
UMA PROPOSTA PARA O MONITORAMENTO DE BARRAGENS DE REJEITOS DE MINÉRIO	
Briane Bianca Batista Gustavo Grimaldi Campello Gilmar Luiz Vassoler Edilson Luiz do Nascimento Hilário Seibel Junior Jefferson Oliveira Andrade Daniel Ribeiro Trindade Karin Satie Komati	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0008	
CAPÍTULO 9	134
ZERO LATENCY ENTERPRISE EM DATA MART COMERCIAL NO SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO ESTRATÉGICA	
Adriano Arrivabene Renato José Sassi Cleber William Vicente Rogerio Lopes Passos Maria Luiza Almeida de Oliveira Moura	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0009	
CAPÍTULO 10	147
TECNOLOGIAS EMERGENTES: SISTEMAS BASEADOS EM RADIOFREQUÊNCIA (RFID) PARA GESTÃO DE ESTOQUES	
Washington Moreira Cavalcanti Maria aparecida Fernandes	
DOI doi.org/10.36599/editpa-2021_tisa-0010	

ESTUDO DE PROPOSTAS PARA O PROJETO DE SOFTWARE EDUCACIONAL

Sidnei Renato Silveira

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
sidneirenato.silveira@gmail.com

Antônio Rodrigo Delepiane de Vit

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
rodrigodevit@inf.ufsm.br

Cristiano Bertolini

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
cristiano.bertolini@ufsm.br

Fábio José Parreira

Universidade Federal de Santa Maria - FSM
fabiojparreira@gmail.com

Gilse Antoninha Morgental Falkembach

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
gilsemf@gmail.com

Guilherme Bernardino da Cunha

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
guilherme@ufsm.br

Vinicius Gadis Ribeiro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
vinicius.gadis@ufrgs.br

RESUMO

Este capítulo apresenta propostas para o projeto de software educacional, voltadas para professores de diferentes áreas do conhecimento, que poderão atuar em equipes multidisciplinares, desenvolvendo e/ou apoiando a implementação de diferentes tipos de softwares educacionais, tais como cursos a distância (conhecidos como coursewares), ferramentas, jogos educacionais digitais, simulações e laboratórios virtuais, entre outros. Neste contexto, este capítulo apresenta algumas propostas para o projeto de

software educacional, compreendendo o design instrucional e uma série de etapas que devem ser seguidas, desde a concepção até a validação do software desenvolvido.

Palavras-chave:

Software Educacional; Projeto de Software Educacional; Design Instrucional.

ABSTRACT

This chapter presents proposals for the educational software project, aimed at teachers from different areas of knowledge, who will be able to work in multidisciplinary teams, developing and / or supporting the implementation of different types of educational software, such as distance courses (known as coursewares), tools, digital educational games, simulations and virtual labs, among others. In this context, this chapter presents some proposals for the design of educational software, comprising

instructional design and a series of steps that must be followed, from conception to the validation of the developed software.

Keywords:

Educational Software; Educational Software Project; Instructional Design.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de Software Educacional é uma das áreas de pesquisa abordadas pelo grupo de pesquisa IATE-UFSM – Inteligência Artificial e Tecnologia Educacional, da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen/RS. Os projetos desenvolvidos por este grupo já originaram alguns jogos educacionais digitais, tais como: 1) Jogo Educacional Digital para Auxílio à Alfabetização utilizando Redes Neurais (BASSO et al., 2016), 2) Jogo Educacional Digital para Apoio ao Aprendizado de Matemática (KLISZCZ et al., 2016); 3) Fredi no Mundo da Reciclagem, que trata de questões ligadas à Educação Ambiental (SKALEE et al., 2017) e 4) Super ZID, cujo tema é a prevenção de doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes Aegypt* (ZORTEA et al., 2017); uma *engine* para o desenvolvimento de jogos (BASSO et al., 2015); e um livro, “Construção de Jogos Educacionais Digitais e Objetos de Aprendizagem: um estudo de caso empregando *Adobe Flash*, HTML 5, CSS, *JavaScript* e *Ardora*” (PARREIRA; FALKEMBACH; SILVEIRA, 2018).

A construção de *software* educacional envolve a aplicação de recursos multimídia, tais como imagens, animações, vídeos e sons. Além disso, um *software* educacional é um recurso que pode ser empregado em atividades voltadas à EaD (Educação a Distância), podendo ser classificados como um OA (Objeto de Aprendizagem, ou Objeto Educacional). A partir das definições técnicas vinculadas ao seu uso na área educacional, pode-se dizer que objetos de aprendizagem são unidades formadas por um conteúdo didático como: um vídeo; uma animação; um texto; uma gravação ou uma imagem, ou seja, objetos de aprendizagem são unidades de aprendizagem formadas por um conteúdo didático que, agregada a outras, formam um novo objeto (FALKEMBACH, 2005).

O *Design* Pedagógico, ou *Design* Instrucional, é uma área da pesquisa educacional que estuda formas para ajudar as pessoas a aprenderem melhor. Esta área envolve a metodologia para o planejamento de currículos, programas de capacitação e materiais didáticos em diferentes mídias e contextos de aprendizagem. A intenção desta área de pesquisa é realizar um planejamento sistemático baseado em princípios científicos de comunicação, aprendizagem e ensino, levando à melhoria dos materiais instrucionais elaborados. A condução do *Design* Instrucional é realizada por um profissional denominado Designer Instrucional (FILATRO; PICONEZ, 2004). Um *software* educacional também pode ser caracterizado como um material instrucional, para apoiar os processos de ensino e de aprendizagem. Neste contexto, a equipe de desenvolvimento de *software* educacional pode contar com um profissional responsável pelo *design* instrucional.

Segundo Falkembach (2006), para desenvolvermos softwares educacionais precisamos de uma equipe multidisciplinar, que precisa dialogar para que o produto construído seja efetivo, apoiando os processos de ensino e de aprendizagem. Profissionais de diferentes áreas precisam estar unidos e interagirem para desenvolverem softwares educacionais de qualidade.

Neste contexto, este capítulo apresenta algumas propostas para o projeto de *software* educacional, que envolve o *design* instrucional e uma série de etapas que devem ser seguidas, desde a concepção até a validação do *software* desenvolvido. Iniciaremos o capítulo apresentando as etapas que o grupo de pesquisa IATE/UFSM tem utilizado no desenvolvimento de *software* educacional. Na sequência

estudaremos algumas características importantes para a criação de *softwares* educacionais, bem como propostas de outros pesquisadores, encontradas na literatura científica da área. Uma das questões mais importantes é a formação de uma equipe multidisciplinar, que precisa envolver profissionais da área de Informática, Pedagogia, Design Instrucional e, também, ligados ao tema/domínio proposto no *software* educacional.

2. Software Educacional

Dentre as diversas classificações de *softwares* educacionais existentes destacam-se, conforme já estudamos no *e-book* da disciplina de Metodologia do Ensino e da Aprendizagem em Informática (SILVEIRA et al., 2019):

- 1) **Ferramentas:** podemos desenvolver ferramentas que permitam que os alunos criem projetos. Podem ser criadas ferramentas para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais por exemplo, em uma perspectiva construcionista (teoria da aprendizagem construtivista);
- 2) **Simuladores:** podemos criar simuladores em diferentes áreas do conhecimento, para que sejam utilizados como laboratórios virtuais. Estes softwares podem empregar recursos de Realidade Virtual;
- 3) **Exercício e Prática:** este é um tipo de *software* educacional mais tradicional, baseado na teoria comportamentalista; podem ser criados softwares com perguntas de múltipla escolha para que os alunos estudem os conteúdos de uma determinada área do conhecimento;
- 4) **Tutorial:** o computador funciona como um instrutor do aluno.
- 5) **Demonstrações:** podem ser criadas demonstrações em diversas áreas do conhecimento, tais como demonstrações do movimento planetário, estrutura atômica, sistema circulatório, entre outras. As demonstrações têm um potencial interativo muito maior e mais rico do que o tradicional quadro-negro. Estas demonstrações utilizam-se de recursos de multimídia e de hipermídia;
- 6) **Jogos Educacionais:** os jogos baseiam-se no interesse que as crianças têm em brincar e jogar, tornando-se um poderoso recurso de estimulação nos processos de ensino e de aprendizagem. Os jogos podem auxiliar os alunos a desenvolver a atenção, a disciplina, o autocontrole, o respeito a regras e habilidades perceptivas e motoras relativas a cada tipo de jogo utilizado. Podem ser jogados de forma individual ou coletiva, sempre com a presença do professor para estimular e acompanhar o processo, observar e avaliar o nível de desenvolvimento dos alunos e diagnosticar as dificuldades individuais, para poder produzir estímulos adequados de forma individualizada. Os Jogos Educacionais Digitais serão estudados com maior profundidade na disciplina de Jogos Educacionais.

Os *softwares* educacionais utilizam diversos recursos de multimídia, tais como imagens, sons, animações e vídeos. Segundo Falkembach (2005, 2006), para planejar um material educacional multimídia é necessário:

- Usar criatividade;
- Seguir os princípios para elaborar material multimídia, tais como os sugeridos por Filatro (2004 citado por Falkembach, 2005):
 - O material deve combinar textos escritos ou falados com imagens, eliminando informações visuais irrelevantes;
 - Omitir música de fundo e som ambiente que não estão relacionados ao conteúdo e apresentar textos objetivos;
 - As orientações instrucionais devem ser expressas em estilo conversacional, evitando a linguagem formal;
 - Deve proporcionar atividades e exercícios práticos que permitam recuperar informações em contextos autênticos;
- Verificar a disponibilidade dos recursos envolvidos e a viabilidade econômica;
- Fazer um *storyboard* especificando o conteúdo do material para a equipe de desenvolvimento.

Ao planejar um software educacional, é fundamental propor atividades organizadas de forma que favoreçam a aprendizagem do aluno. Baseado na teoria de Gagné, uma organização do fluxo de atividades de aprendizagem baseadas em eventos instrucionais apresenta (Filatro 2004 citado por FALKEMBACH, 2005):

- **Introdução:** ativar a atenção do aluno, informar os objetivos de aprendizagem, aumentar o interesse e a motivação, apresentar uma visão geral da unidade de aprendizagem;
- **Processo:** recuperar conhecimentos prévios, apresentar informações e exemplos de forma expositiva ou na forma de investigação, focar a atenção usando estratégias de aprendizagem, proporcionar a prática e orientá-la, fornecer *feedback*;
- **Conclusão:** revisar e sintetizar, aplicar conceitos e habilidades aprendidas em situações da vida cotidiana, remotivar e encerrar;
- **Avaliação:** avaliar a aprendizagem e fornecer *feedback* e complementação da aprendizagem.

A construção dos materiais educacionais digitais também deve ser avaliada por um especialista na elaboração de material para EaD (*designer* instrucional), passar por uma revisão ortográfica e gramatical e por um parecerista externo, especialista no conteúdo (KUNTZ et. al, 2008).

3. Modelo de Desenvolvimento de Softwares Educacionais do Grupo IATE/UFSM

O desenvolvimento dos *softwares* educacionais, no contexto do Grupo de Pesquisa IATE/UFSM, baseia-se na metodologia de dissertação-projeto, pois, ao final do projeto, constroem-se protótipos dos softwares. Segundo Ribeiro e Zabadal (2010), na metodologia de dissertação-projeto, “o pesquisador caracteriza determinado problema de algum aspecto técnico. Destaca a relevância de resolver esse problema. Desenvolve, então, um programa sistema ou mesmo um protótipo – para apresentar como prova de conceito da solução desse problema” (p. 96). Com base nesta metodologia, o grupo de pesquisa definiu o seguinte fluxo de ações para desenvolver os referidos softwares educacionais (PARREIRA et al., 2015; PARREIRA et al., 2016):

- 1) Definição do domínio/área do *software* educacional: inicialmente o grupo de pesquisa se reúne e define quais são as áreas de interesse para o desenvolvimento dos *softwares*. A partir da definição da área é preciso buscar apoio de um especialista, para acompanhar o desenvolvimento do mesmo;
- 2) Definição do público-alvo: o público-alvo é definido com base no domínio/área do *software* educacional, ouvindo-se os especialistas do domínio;
- 3) Definição do ambiente de execução do software educacional: neste item precisa-se definir se o software será executado em plataforma *desktop*, *web* e/ou em dispositivos móveis, pois esta definição impacta na escolha das tecnologias que serão empregadas no desenvolvimento;
- 4) Definição das tecnologias empregadas no desenvolvimento: o grupo de pesquisa tem utilizado diferentes tecnologias para o desenvolvimento dos softwares educacionais propostos, tais como *Adobe Flash*, HTML 5 (HyperText Markup Language), *JavaScript*, CSS (Cascade Style Sheet), além da ferramenta *Construct* (LARSEN, 2016; SCIRRA, 2019);
- 5) Definição da forma de funcionamento do software: neste item deve-se definir se o usuário percorrerá diferentes cenários, se o *software* será um o jogo será, se será baseado em regras, entre outras possibilidades;
- 6) Definição da história: os *softwares* educacionais voltados ao público infantil são, geralmente, baseados em histórias, ou seja, o *software* possui uma história com um objetivo e personagens que acompanharão o usuário durante o desenrolar das atividades. O grupo de pesquisa, então, redige uma história para cada um dos softwares propostos;
- 7) Definição e construção dos cenários e personagens: a partir da definição da história, o grupo de pesquisa, contando com o apoio de uma designer, define quais serão os cenários e personagens para compor o *software*;
- 8) Construção do *storyboard*: um *storyboard* pode representar um esboço do modelo de uma aplicação e mostrar como seus elementos estarão organizados. Além disso, ajuda no planejamento do conteúdo de cada unidade, na disposição das mídias. O *storyboard* é o “rascunho” da aplicação permitindo aos responsáveis pelo projeto visualizarem sua estrutura de navegação, ou seja, discutirem a sequência do conteúdo e fazerem as revisões e o acompanhamento necessários (FALKEMBACH, 2005);
- 9) Implementação das regras do *software* (funcionamento): este item refere-se à implementação dos algoritmos que permitirão que o software funcione efetivamente. Em alguns softwares educacionais utilizam-se técnicas de Inteligência Artificial (tais como o apresentado em BASSO et al., 2015); outros tem seus algoritmos ligados ao movimento (dependem do movimento do jogador e/ou de personagens) e envolvem algoritmos do tipo se-então-senão. Entretanto, cabe destacar que esta implementação não é padronizada, pois depende da história e da forma de funcionamento escolhida para o software em questão;
- 10) Testes: os protótipos de softwares desenvolvidos são testados, visando verificar se as funcionalidades previstas estão sendo executadas corretamente, antes do protótipo ser validado com os usuários;
- 11) Validação: a validação dos softwares desenvolvidos pelo grupo tem sido realizada em escolas da região do Alto Médio Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul. Solicita-se a autorização para desenvolver uma atividade com uma ou mais turmas na escola, mediante identificação do público-alvo e realiza-se uma observação durante a aplicação dos softwares;
- 12) Análise dos resultados da validação: após a validação, os resultados da aplicação dos *softwares*, bem como da observação realizada, são analisados, visando identificar possíveis correções necessárias no protótipo.

O *storyboard* é uma ferramenta criada para o desenvolvimento de quadros (*frames*) que compõem uma animação. Este tipo de estrutura pode ser utilizado para a modelagem de softwares educacionais. Existem aplicativos específicos para a criação de um *storyboard*, mas não é necessário aprender a usar um software para criar um *storyboard*. Pode-se criar um *storyboard* em um editor de textos, por exemplo, representando, de forma gráfica, as ligações entre os diferentes componentes do software educacional (FALKEMBACH, 2005; FALKEMBACH et al., 2006).

Um *storyboard* pode representar um esboço do modelo de uma aplicação e mostrar como seus elementos estarão organizados. Ajuda no planejamento do conteúdo de cada unidade, na disposição das mídias, é o “rascunho” da aplicação permitindo aos responsáveis pelo projeto visualizarem sua estrutura de navegação, ou seja, discutirem a sequência do conteúdo e fazerem as revisões e o acompanhamento necessários para o bom andamento do trabalho (FALKEMBACH, 2005; FALKEMBACH et al., 2006).

Para construir um *storyboard* é válido seguir as etapas (FALKEMBACH, 2005; FALKEMBACH et al., 2006):

- organizar o conteúdo, relacionado ao tema do *software* educacional, de forma lógica;
- determinar as estruturas de acesso, ou seja, o controle da navegação;
- especificar o conteúdo a ser exibido e as mídias a serem utilizadas em cada tela. As telas são representadas por quadros e cada quadro de um *storyboard* deve mostrar o conteúdo desta tela.

No *storyboard* não é preciso colocar a imagem que vai aparecer na aplicação. Basta usar uma convenção e uma indicação de onde vai “sair” aquela imagem, qual o arquivo e onde ele se encontra. Um *storyboard* nada mais é que um esboço, geralmente na forma gráfica, do que a aplicação conterà e de como os seus componentes serão dispostos (FALKEMBACH, 2005; FALKEMBACH et al., 2006). A Figura 1 apresenta um exemplo de *storyboard*. Alguns *storyboards* podem ser mais simples (inclusive desenhados à mão) e outros mais complexos, já com as imagens que serão utilizadas no *software* educacional.

Figura 1 – Exemplo de *Storyboard*

Animação	Figuras	Fala dos personagens	Personagens	Cenários
Raios solares e meteoros são lançados contra a Terra mas não conseguem entrar.	 escudo.jpg	Filha: “Ela fornece oxigênio para conseguirmos respirar!” Vovô: “É um escudo natural contra raios solares e meteoritos, além de outras funções.”		Sem cenário

Fonte: OLIVEIRA et al., 2010

A Figura 2 apresenta um exemplo de storyboard mais simples, em que não são inseridas as imagens, apenas a localização das mesmas na tela e as demais mídias que deverão ser utilizadas (tais como áudios).

Figura 2 – Exemplo de Storyboard

 RIVED Rede Internacional Virtual de Educação	
Título da animação: Autor:	Tela 3
<u>Fala da menina:</u> Agora é a sua vez de ficar esperto em jogo da memória!	<ul style="list-style-type: none"> - Aparecerá a menina (em destaque/ zoom), olhando em direção ao aluno (<u>internauta</u>). - A fala escrita em um balão. - Na parte inferior da tela deverá aparecer o botão JOGO DA MEMÓRIA em destaque ("piscando"). - Na parte superior da tela deverá aparecer um botão para sair do objeto.
Explicação sobre a ação: - Para avançar para a próxima tela, o aluno deverá clicar no botão JOGO DA MEMÓRIA.	

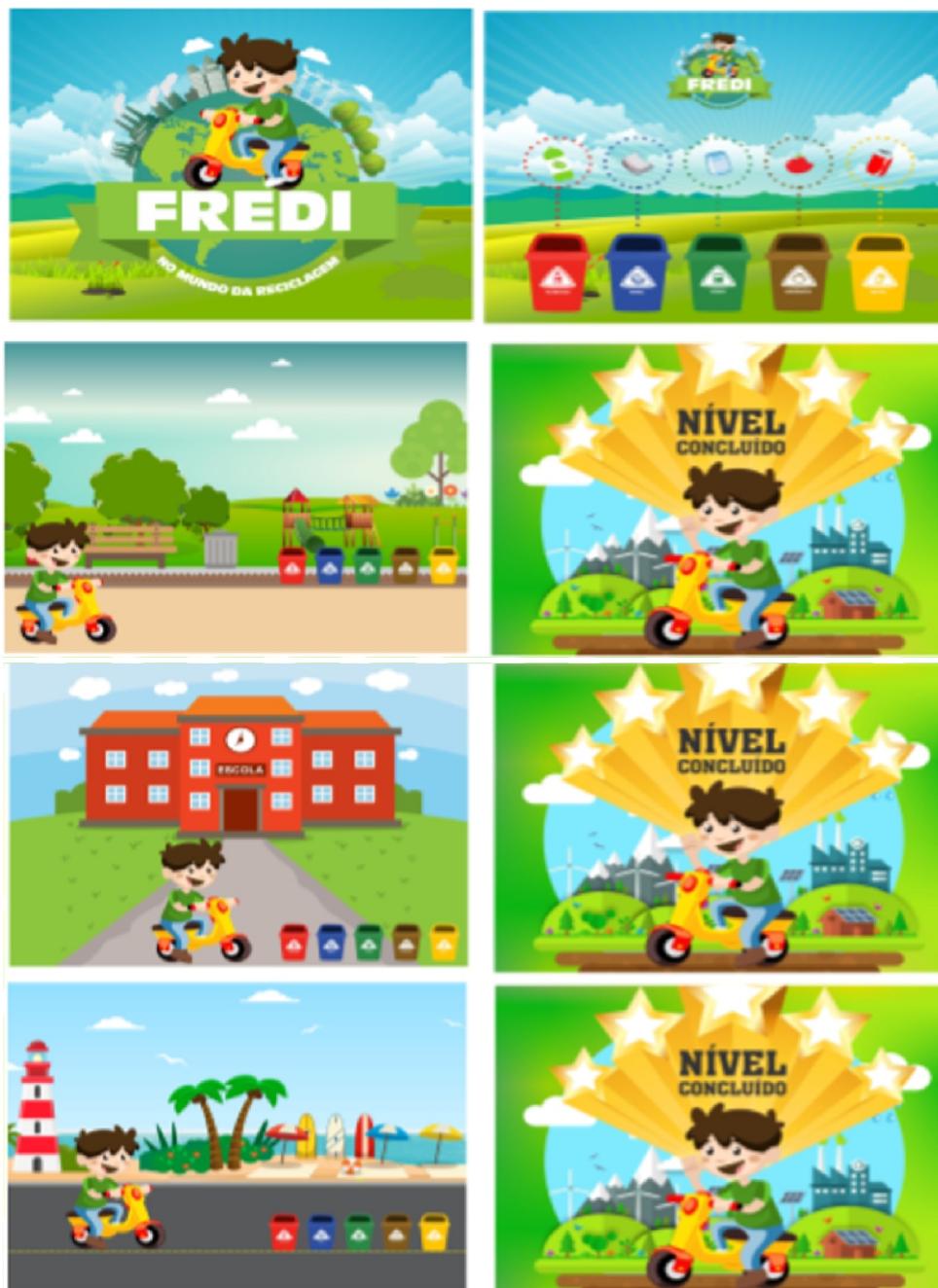
Fonte: RIVED citado por OLIVEIRA et al., 2010

A Figura 3 apresenta o storyboard de um dos *softwares* educacionais desenvolvidos pelo grupo de pesquisa IATE/UFSM, que é o jogo "Fredí no Mundo da Reciclagem". Este exemplo já conta com as telas (cenários) e os personagens definidos para o *software*, ou seja, é um *storyboard* mais completo. A figura mostra a hierarquia das telas do jogo, onde pode-se visualizar como será o protótipo do jogo educacional digital. O *storyboard* da Figura 1 apresenta 6 telas, sendo: 1) tela de entrada, contendo o personagem e o nome do jogo; 2) tela do primeiro nível, em que são explicados os materiais que podem ser reciclados e as lixeiras onde os mesmos devem ser colocados; 3) tela representando o caminho que "Fredí" irá percorrer até a escola; 4) tela representando o nível concluído; 5) tela representando o cenário de um parque, referente ao nível 2 e a tela 6) representando a finalização do nível (SKALEE et al., 2017).

O jogo tem um personagem principal, chamado "Fredí" que é conduzido pelo jogador por meio de comandos realizados via teclado do computador. Este nome foi escolhido a partir do nome da cidade onde está localizado o campus da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), a cidade de Frederico Westphalen-RS. O personagem apresenta as regras do jogo para as crianças. Este personagem tem uma bicicleta para o deslocamento pelos cenários (correspondentes aos níveis), os quais são o caminho da escola e o parque, locais onde são coletados os lixos encontrados. Em todos os níveis o

cenário do jogo conta com 5 (cinco) lixeiras para coleta seletiva de lixo, sendo elas destacadas da seguinte maneira: vermelha (materiais como plástico e isopor), azul (materiais como papel, papelão e cartolina), verde (apenas vidro), marrom (material derivado organicamente) e amarela (metais).

Figura 3 – Storyboard do Jogo Educacional Digital “Fredri no Mundo da Reciclagem”



Fonte: SKALEE et al., 2017

O personagem "Fredri" - que representa o jogador - deve recolher o maior número de objetos e colocá-los na lixeira correta fazendo, assim, a coleta seletiva. A cada acerto o mesmo acumula uma pontuação. Esta pontuação faz com que o jogador passe para o nível seguinte. Caso o jogador deixe o objeto cair fora da lixeira durante a execução do jogo, o mesmo volta ao estágio inicial do nível em que estiver jogando, e tem que refazer a coleta seletiva do lixo. O lixo é colocado em posições e locais diferentes dentro do cenário do nível escolhido e, a cada erro, as telas são atualizadas para que os lixos se alternem de lugar a cada erro do jogador (SKALEE et al., 2017).

4. Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta alguns trabalhos compreendendo o projeto de software educacional encontrados na literatura da área.

4.1 Metodologia Proposta para Elaboração de Materiais Educacionais Digitais proposta por SILVEIRA et al (2011)

O trabalho apresentado por Silveira (SILVEIRA et al., 2011) propõe uma metodologia para elaboração de materiais educacionais digitais (que podem ser softwares educacionais ou objetos de aprendizagem), baseada nos seguintes passos:

- 1) Realizar a análise do problema instrucional, das condições de aprendizagem, do público-alvo, e definir os objetivos de aprendizagem, usando a taxonomia de Bloom (SILVEIRA et al., 2019). Sugere-se a elaboração de um mapa conceitual para analisar os objetivos de aprendizagem e seus pré-requisitos;
- 2) Definir as unidades de aprendizagem, associando-as aos objetivos de aprendizagem;
- 3) Para cada unidade de aprendizagem, criar um texto, usando linguagem conversacional, que poderá conter links para outros textos, imagens, vídeos, atividades de aprendizagem, etc. A escolha do tipo de recurso a ser usado deve basear-se no benefício que cada mídia oferece em relação ao objetivo que se pretende alcançar junto ao aluno. O texto pode seguir o fluxo de atividades sugerido abaixo:
 - Introdução – breve contextualização do conteúdo, visando aumentar a motivação do aluno. Para a introdução, podem ser usadas imagens, vídeos, animações, fábulas, etc.;
 - Apresentação dos objetivos a serem alcançados;
 - Revisão de conhecimentos prévios (opcional);
 - Apresentação dos conteúdos e exemplos de forma expositiva ou em forma de investigação. Podem ser usados diferentes recursos (como apresenta o Quadro 1);
 - Atividades Práticas, usando exercícios, jogos, questionários; desafios (questões instigadoras da curiosidade pela busca de mais informações); questões para discussão no fórum ou e-mail; questões para pesquisa usando os links indicados e sites de busca;
 - Fechamento do tema - conclusão, resumindo o que foi estudado e fazendo ligações com outros conteúdos que estão por vir.
- 4) Para a especificação dos materiais que deverão ser desenvolvidos pela equipe de produção podem ser usados roteiros escritos ou storyboard (FALKEMBACH, 2005);
- 5) A equipe de produção do material poderá utilizar as ferramentas para elaboração dos materiais multimídia apresentadas no Quadro 1;
- 6) O material deve ser acompanhado pelo professor durante a sua elaboração e realizado um pré-teste antes da sua aplicação;

O Quadro 1 apresenta um resumo dos tipos de materiais que podem ser criados para apresentação de conteúdos, indicações de aplicação e necessidade de recursos físicos e humanos.

Tipo de material	Algumas indicações de aplicação	Pessoas envolvidas	Recursos
Gravação de áudio	<ul style="list-style-type: none"> • Motivação inicial • Explicação de partes de um texto ou uma imagem • Análise de um artigo • Apresentação de opiniões de especialistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista/roteirista • Equipe para gravação de áudio • Equipe multidisciplinar 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos do estúdio de comunicação • <i>Audacity</i>
Gravação de vídeo com apresentação animada e áudio do professor (imagem opcional do professor)	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstração de um determinado tópico do conteúdo (semelhante ao uso do quadro branco) 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista/roteirista • Equipe para gravação de vídeo • Equipe multidisciplinar 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos do estúdio de comunicação • <i>Power Point</i> • <i>Camtasia Studio</i>
Gravação de vídeo com imagem do professor ou debates	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação dos objetivos da disciplina ou curso • Explicação de uma atividade mais complexa • Breve explicação de um determinado tópico do conteúdo • Apresentação de opiniões de especialistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista/roteirista • Equipe para gravação de vídeo • Equipe multidisciplinar 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos do estúdio de comunicação • <i>Camtasia Studio</i>
Gravação de tela de computador com áudio	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de tutoriais sobre uso de softwares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista/roteirista • Equipe Multidisciplinar 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos do estúdio de comunicação • <i>Camtasia Studio</i>
Criação de desenho animado	<ul style="list-style-type: none"> • Motivação inicial • Apresentação de uma ideia para reflexão e discussão • Apresentação de procedimentos ou aptidões interpessoais 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista (roteirista) • Desenvolvedor em Flash • Desenhista gráfico 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Adobe Flash</i> • <i>Adobe Illustrator</i>
Criação de um aplicativo	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de conteúdo de forma lúdica • Exercícios interativos online 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista (roteirista) • Desenvolvedor em Flash • Desenhista (<i>Designer</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Adobe Flash</i> • <i>Adobe Illustrator</i>
Criação de imagem gráfica	<ul style="list-style-type: none"> • Motivação inicial • Apresentação de uma ideia para discussão 	<ul style="list-style-type: none"> • Profissional com conhecimentos em edição de imagem • Desenhista (<i>Designer</i>) • Professor conteudista 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Adobe Flash</i> • <i>Adobe Illustrator</i>
Criação de exercícios interativos online	<ul style="list-style-type: none"> • Exercícios interativos online, como Quiz e Palavras Cruzadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Professor conteudista • Equipe multidisciplinar 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hot Potatoes</i>

Quadro 1: Tipos de Materiais Educacionais Digitais

Fonte: MARTINS, 2008; MEIRELLES, 2007; MOORE, KEARSLEY, 2007; TORREZAN; BEHAR, 2009, TRACTENBERG, 2009

4.2 Processo de Desenvolvimento de Software Educacional proposto por BENITTI et al., 2005

Benitti (BENITTI et al., 2005) apresenta uma proposta de processo de desenvolvimento de *software* educacional constituída de quatro etapas principais: 1) concepção, 2) elaboração, 3) finalização e 4) viabilização.

Segundo estes autores, o desenvolvimento de software educacional deve ser realizado de forma iterativa e incremental: 1) Incremental, levando-se em consideração a visão de *Sommerville* (citado por BENITTI et al., 2005), tendo o seu escopo definido na primeira etapa, no caso conjuntamente entre educadores e desenvolvedores, sendo posteriormente dividido em estágios para entrega. Cada estágio deve ser validado de acordo com os objetivos de aprendizagem; 2) Iterativo, sendo que partes do processo são repetidas, sendo aplicado às 3 últimas etapas do processo proposto (elaboração, finalização e viabilização).

Os autores destacam que é preciso existir um grupo multidisciplinar, voltado ao desenvolvimento de software educacional. Eles sugerem uma equipe composta por profissionais de diferentes áreas, envolvendo profissionais de Educação (Pedagogos, Especialistas em Educação, Professores do domínio do *software*), profissionais de Design (responsáveis pela criação da interface do *software*) e profissionais

da Informática (Engenheiros de *Software*, Desenvolvedores, Testadores). Como as áreas de conhecimento da equipe são distintas, os profissionais possuem linguagens próprias. Sendo assim, faz-se necessário estabelecer diálogos entre os diferentes conhecimentos, para nivelar a linguagem dos envolvidos, entrecruzar conhecimentos e moldar um processo formativo único (BENITTI et al., 2005).

As etapas propostas por Benitti e colaboradores (BENITTI et al., 2005), destacadas anteriormente, podem ser assim resumidas:

- **Concepção:** etapa em que são definidas as diretrizes do software educacional, a partir dos objetivos de aprendizagem. Também compreende a definição do escopo, público-alvo e identificação da infraestrutura disponível na escola onde o software será aplicado. Nesta etapa devem ser definidos os requisitos do *software* educacional, divididos em estágios, para que sejam realizados os incrementos (desenvolvimento incremental);
- **Elaboração:** com base nos estágios definidos na etapa anterior, cada incremento será implementado. Cada estágio deve constituir um incremento do processo e ser operacional, ou seja, possui uma gama de funcionalidades que podem ser utilizadas de forma independente; esta é a etapa mais longa do processo de desenvolvimento, envolvendo as atividades de implementação, avaliação e validação do *software*. A validação de envolver, também, os alunos, por meio de aplicações práticas do software nas escolas;
- **Finalização:** a parte final da construção do software só ocorre após uma avaliação positiva do mesmo, realizada pelos alunos (na fase de validação). Esta etapa divide-se em: 1) integração, visando verificar se existem pequenos ajustes que tenham sido observados na validação do *software* e alterá-los; 2) elaborar a documentação, gerando uma especificação detalhada do *software* e o manual do usuário, contendo informações referentes à utilização do *software* e exemplos de atividades pedagógicas, elaboradas conjuntamente com profissionais da educação, para o uso dos professores. Ao término desta etapa, o incremento do software estará completo e usual/operacional, podendo ser instalado e utilizado em qualquer ambiente educacional;
- **Viabilização:** esta é a última etapa do processo de desenvolvimento e é destinada à formação docente, objetivando capacitar os docentes no que diz respeito ao uso do *software* educacional, bem como apresentar exemplos de atividades pedagógicas que podem ser integradas em suas aulas, estimulando assim o uso do *software*. A atividade final desta etapa e, também, de todo o processo é o suporte, que é a atividade responsável pela manutenção do software, tanto no que diz respeito à tecnologia quanto à pedagogia. Nesta atividade deve-se corrigir os problemas encontrados e fornecer apoio contínuo para o uso do *software* educacional.

4.3 Processo de Desenvolvimento de Software Educacional proposto por OLIVEIRA et al., 2010

Oliveira e colaboradores (OLIVEIRA et al., 2010) apresentam uma metodologia para o desenvolvimento de *software* educacional, composta pelas etapas de análise, projeto, implementação e validação (apresentadas, graficamente, na Figura 4):

- **Análise:** esta etapa contempla os aspectos relativos às atividades que antecedem os processos de modelagem e implementação; nesta etapa é importante conhecer o público-alvo e as estratégias instrucionais, bem como o conteúdo que será abordado no *software*;
- **Projeto:** envolve o desenvolvimento dos modelos que apoiarão a implementação do *software*; o projeto é desenvolvido por meio de: 1) Mapa conceitual, para definir a estrutura do conteúdo; 2) Mapa navegacional: desenvolvimento do mapa de navegação apresentando a forma como será realizada a navegação entre as telas do *software* e 3) *Storyboard*: elaboração do *layout* e do roteiro a ser seguido na implementação;

- **Implementação:** com base nos *storyboards*, a equipe de desenvolvimento concretiza a implementação do software educacional, seguindo critérios de usabilidade e acessibilidade, procurando gerar produtos adequados ao público-alvo;
- **Validação:** a etapa de validação é centrada na avaliação do software por parte de uma parcela do público-alvo. Posteriormente à avaliação, são desenvolvidos os manuais do usuário final e do professor.

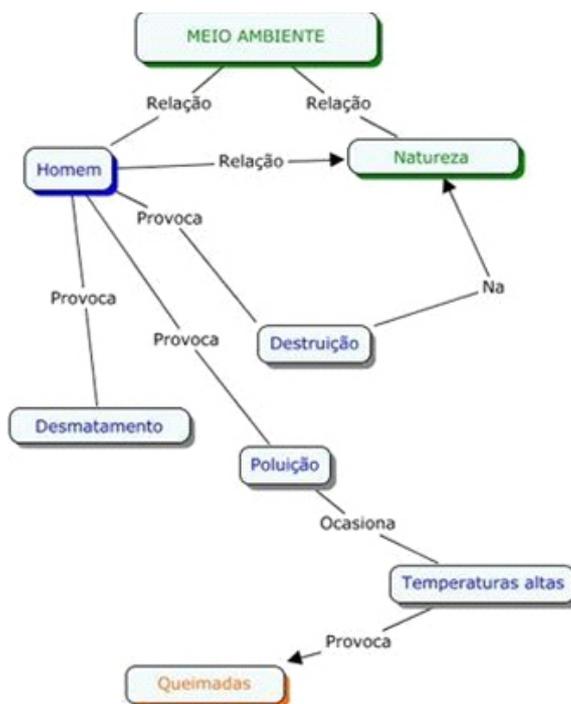
Figura 4 – Fases da Metodologia Proposta



Fonte: OLIVEIRA et al., 2010

Um mapa conceitual é uma estrutura gráfica que permite organizar ideias, conceitos e informações, consistindo em uma ferramenta que classifica e hierarquiza o conteúdo, de modo a auxiliar a compreensão da equipe de desenvolvimento do *software* educacional. A Figura 5 apresenta um exemplo de mapa conceitual, desenvolvido para elaboração de um software educacional sobre o meio ambiente. O mapa conceitual foi construído com o auxílio da ferramenta CMAP Tools (RAZERA; OLIVEIRA, 2019).

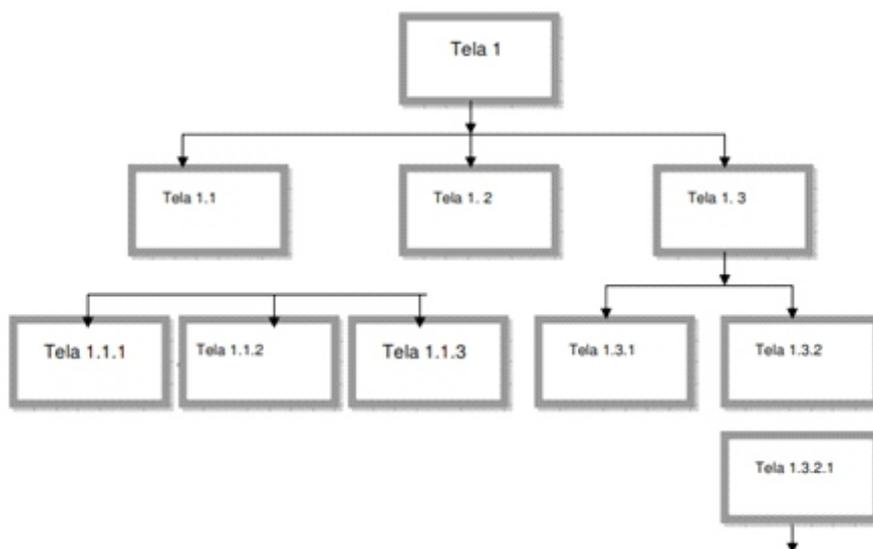
Figura 5 – Exemplo de Mapa Conceitual de um *Software* Educacional



Fonte: RAZERA; OLIVEIRA, 2019

O mapa navegacional (ou mapa de navegação) pode ser elaborado de forma hierárquica (usando uma estrutura do tipo árvore para organizar as telas) ou em forma de rede, em que a navegação é aleatória, como acontece na *web*. A Figura 6 apresenta um exemplo de modelo de navegação hierárquica (FALKEMBACH, 2005).

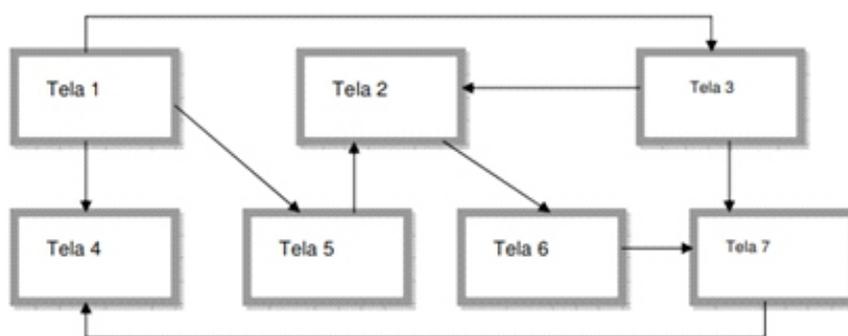
Figura 6 – Exemplo de Mapa de Navegação Hierárquico



Fonte: FALKEMBACH, 2005

A Figura 7 apresenta um exemplo de modelo de navegação em rede (FALKEMBACH, 2005).

Figura 7 – Exemplo de Mapa de Navegação em Rede

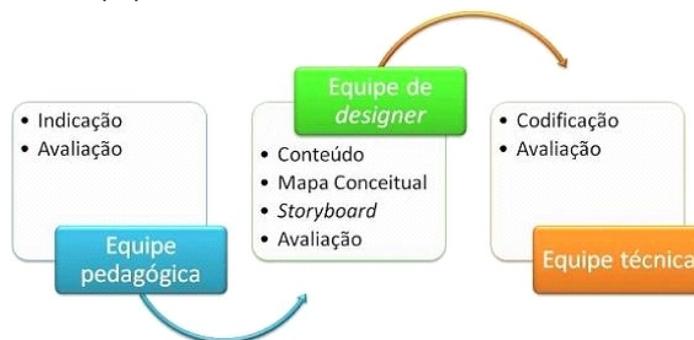


Fonte: FALKEMBACH, 2005

A metodologia proposta por Oliveira (OLIVEIRA et al., 2010) segue uma abordagem evolutiva. Em todas as etapas podem surgir aspectos que necessitam de reformulação ou melhorias. Estas alterações devem ser incorporadas ao ciclo de vida do desenvolvimento, estabelecendo assim, uma inter-relação circular entre as etapas distintas do ciclo de concepção e desenvolvimento do software educacional.

Como nas demais metodologias apresentadas, Oliveira (OLIVEIRA et al., 2010) enfatizam a necessidade de ser formada uma equipe multidisciplinar para o desenvolvimento do *software* educacional, incluindo uma equipe pedagógica, equipe de designer e a equipe da área de Informática. A Figura 8 apresenta a atuação colaborativa desta equipe.

Figura 8 – Equipe de Desenvolvimento do Software Educacional



Fonte: OLIVEIRA et al., 2010

4.4 Processo de Desenvolvimento de Software Educacional proposto por FALKEMBACH, 2005

Falkembach (2005) coloca que, ao se projetar uma aplicação educacional, de qualquer tipo, é conveniente considerar que o processo de desenvolvimento deve incluir tanto o funcionamento da aplicação quanto os mecanismos pedagógicos e didáticos que constituem a base de toda a aplicação. Para tanto vale começar respondendo às seguintes perguntas: 1) quais os conceitos relevantes do conteúdo, tendo como referência a realidade do aluno? 2) que noções facilitam o entendimento dos temas a serem trabalhados? 3) que noções aprofundam o entendimento destes temas?

Um software educacional pode ser formado por uma lição, pelo conteúdo de uma aula, um curso, um programa de treinamento, uma unidade curricular ou uma atividade didática qualquer. Portanto, deve levar em conta todos os procedimentos pedagógicos que vão desde a consideração do conteúdo a ser apresentado e das estratégias mais adequadas para fazê-lo, até a compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem. Além disso, deve-se levar em conta as interações entre o aluno e o conteúdo (FALKEMBACH, 2005).

Para Falkembach (2005), um software educacional pode ser produzido com diferentes atividades, por exemplo: 1) só com atividades de reforço e/ou avaliação sobre determinado conteúdo; 2) com o conteúdo teórico mais atividades de reforço e/ou avaliação; 3) as atividades poderão ou não fornecer feedback aos alunos e 4) poderá ou não ter avaliação com pontuação.

A metodologia apresentada por Falkembach (2005) destaca as seguintes fases:

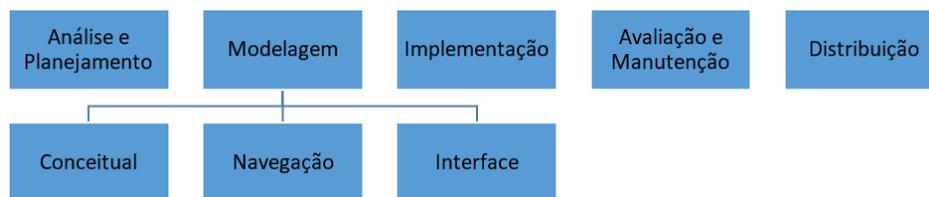
1º Análise e Planejamento: envolve o planejamento do tema, estudo de aplicações similares e verificação dos recursos disponíveis. Além disso, é preciso definir o objetivo do *software* educacional (como, quando, onde e para que o *software* será utilizado) e o público-alvo. Este processo pode ser auxiliado respondendo-se às perguntas:

- Qual o objetivo do software educacional?
- Qual o conteúdo que será abordado?
- Qual é o público alvo?
- Como o conteúdo será apresentado (estratégias pedagógicas)?
- Quais mídias serão utilizadas?
- Qual é o orçamento disponível?
- Quais os recursos necessários em termos de *hardware* e *software* (tecnologias que serão empregadas para o desenvolvimento)?
- Em quais situações de aprendizagem o software será empregado?

- Quais os resultados esperados com a aplicação do *software* educacional?
 - De que forma o *software* será utilizado? Em sala de aula ou em casa? Com ou sem a presença do professor?
- 2º Modelagem:** esta fase permite a construção de modelos que permitam facilitar a compreensão, discussão e aprovação do *software* educacional antes da sua implementação concreta. A fase de modelagem inclui a construção de três modelos:
- Modelo Conceitual: refere-se ao domínio (conteúdo da aplicação) e como será dividido e/ou organizado para ser apresentado ao aluno e quais mídias serão utilizadas;
 - Modelo de Navegação: define as estruturas de acesso, ou seja, como o aluno irá acessar e navegar pelas diferentes telas do *software* educacional. Esta etapa envolve a definição de menus, índices e roteiros guiados;
 - Modelo de Interface: a interface precisa estar em consonância com os modelos conceitual e de navegação. Nesta fase deve-se criar a identidade visual do *software* educacional.
- 3º Implementação:** esta fase abrange a produção (ou reutilização) e digitalização das mídias (sons, imagens, animações e vídeos) que comporão o conteúdo do *software* educacional. Após a definição das mídias, inicia-se o desenvolvimento do código-fonte propriamente dito do *software* educacional;
- 4º Avaliação e Manutenção:** após a codificação devem ser realizados testes para verificar o correto funcionamento do *software*. Além disso, deve-se verificar se não existem erros no conteúdo apresentado (domínio) e erros de ortografia e gramática;
- 5º Distribuição:** nesta fase deve-se definir a plataforma onde o *software* será executado e como o mesmo será distribuído (por exemplo, via *download* na *web*) ou de forma *on line*.

A Figura 9 apresenta um esquema gráfico contemplando as etapas definidas por Falkembach (2005).

Figura 9 – Etapas propostas



Fonte: Dos autores, 2019 (adaptado de FALKEMBACH, 2005)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando as propostas compreendendo o projeto de *software* educacional verificam-se aspectos em comum, tais como a necessidade de existir uma equipe multidisciplinar e o emprego do *storyboard* como uma ferramenta de modelagem. O desenvolvimento de *software* educacional de qualidade é cada vez mais necessário para que as TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação) possam, efetivamente, apoiar e potencializar os processos de ensino e de aprendizagem.

Os esforços que o grupo de pesquisa IATE/UFSM têm desenvolvido levam em conta a formação de equipes multidisciplinares, contando com especialistas da área de domínio do *software*, especialmente, professores de diferentes áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- BASSO, M.; LOPES, C. P.; PARREIRA, F.; SILVEIRA, S. R. (2015). MB Engine: Game Engine para a Construção de Jogos em HTML 5. Anais do VI EATI: Encontro Anual de Tecnologia da Informação. Disponível em: <<http://eati.info/eati/2015/assets/anais/Longos/L12.pdf>>. Acesso em setembro de 2016.
- BASSO, M; KLISZCZ, S.; PARREIRA, F.; SILVEIRA, S. R. (2016). Jogo Educacional Digital para Auxílio à Alfabetização utilizando Redes Neurais Artificiais. Educaonline, v. 10, n. 2. Disponível em: <<http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=813>>. Acesso em abril, 2019.
- BENITTI, F. B. V.; SEARA, E. F. R.; SCHLINDWEIN, C. M. (2005) Processo de Desenvolvimento de Software Educacional: proposta e implementação. RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 3, n. 1. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/13489>>. Acesso em abril, 2019.
- FALKEMBACH, G. A. M. (2005) Concepção e desenvolvimento de material educativo digital. RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 3, n.1.
- FALKEMBACH, G. A. M.; GELLER, M.; SILVEIRA, S. R. (2006) Desenvolvimento de Jogos Educativos Digitais utilizando uma Ferramenta de Autoria Multimídia: um estudo de caso com o ToolBook Instructor. RENOTE – Revista de Novas Tecnologias na Educação. V. 4, n. 1, julho.
- FILATRO, A.; PICONEZ, S. C. B. (2004) Design Instrucional Contextualizado. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/049-TC-B2.htm>>. Acesso em abril, 2019.
- KLISZCZ, S.; SILVEIRA, S. R.; PARREIRA, F. J. (2016). Jogo Educacional Digital para Apoio ao Aprendizado de Matemática. #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<http://seer.canoas.ifrs.edu.br/seer/index.php/tear/article/view/353>>. Acesso em setembro de 2016.
- KUNTZ, V. H.; FREITAS, M. C. D.; MENDES JÚNIOR, R. (2008) Critérios de Ergodesign para Avaliação de Conteúdo Informacional voltado para Auto-Aprendizagem. Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo.
- LARSEN, G. (2016) Construct 2: Conhecendo a game engine. Disponível em: <http://producaodejogos.com/conhecendo-construct-2/>. Acesso em junho de 2016.
- MARTINS, R. X. Design Instrucional do Curso Estratégias e Gestão Aplicadas à EaD. Universidade Federal de Itajubá. Monografia do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Design Instrucional para EaD Virtual. Cambuí, 2008.
- MEIRELLES, J. C. J. P.; MOURA, M. Web 2.0: Novos Paradigmas Projetuais e Informacionais. InfoDesign: Revista Brasileira de Design de Informação, 2007.
- MOORE, M.; KEARSLEY, G. (2007) Educação à Distância: Uma Visão Integrada. São Paulo: Thomson Learning.
- OLIVEIRA, K. A.; AMARAL, M. A.; BARTHOLO, V. F. Uma Experiência para Definição de Storyboard em Metodologia de Desenvolvimento Colaborativo de Objetos de Aprendizagem. Ciências & Cognição, v. 15, n. 1, 2010. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000100003>. Acesso em abril, 2019.

PARREIRA, F. J.; SILVEIRA, S. R.; BASSO, M.; KLISZCZ, S.; SOUZA, A. S. (2015) IATE: Inteligência Artificial e Tecnologia Educacional. Anais do EATI Encontro Anual de Tecnologia da Informação. Disponível em: <<http://eati.info/eati/2015/assets/anais/Curtos/C32.pdf>>. Acesso em abril, 2019.

PARREIRA, F. J.; SILVEIRA, S. R.; SKALEE, A. A.; ZORTEA, C. F.; KLISZCZ, S.; SOUZA, A. S. (2016) Desenvolvimento de Jogos Educacionais Digitais: algumas experiências do grupo de pesquisa IATE/UFMS. Anais do EATI Encontro Anual de Tecnologia da Informação. Disponível em: < <http://eati.info/eati/2016/assets/anais/Longos/116.pdf>>. Acesso em abril, 2019.

PARREIRA, F. J.; FALKEMBACH, G. A. M.; SILVEIRA, S. R. (2018) Construção de Jogos Educacionais Digitais e Objetos de Aprendizagem: Um Estudo de Caso empregando Adobe Flash, HTML 5, CSS, JavaScript e Ardora. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.

RAZERA, E. A. P.; OLIVEIRA, F. L. G. (2019) Oficina de Softwares Educacionais. Disponível em: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=135>>. Acesso em abril, 2019.

RIBEIRO, V. G.; ZABADAL, J. R. S. (2010). Pesquisa em Computação: uma abordagem metodológica para trabalhos de conclusão de curso e projetos de iniciação científica. Porto Alegre: Editora UniRitter.

SCIRRA (2019). Construct 2. Disponível em: <<https://www.scirra.com/manual/1/construct-2>>. Acesso em: abril, 2019.

SILVEIRA, S. R.; CANDOTTI, C. T.; FALKEMBACH, G. M.; GELLER, M. (2011) Aplicação de Aspectos de Design Instrucional na Elaboração de Materiais Didáticos Digitais para Educação a Distância. Revista D.: Design, Educação, Sociedade e Sustentabilidade. V. 3, n. 1. Disponível em: <<https://seer.uniritter.edu.br/index.php?journal=revistadesign&page=article&op=view&path%5B%5D=416>>. Acesso em abril, 2019.

SILVEIRA, S. R.; PARREIRA, F. J.; BIGOLIN, N. M. (2019). Metodologia do Ensino e da Aprendizagem em Informática. Santa Maria: UAB/NTE/UFMS. No prelo.

SKALEE, A. A.; KLISZCZ, S.; PARREIRA, F. J.; SILVEIRA, S. R. (2017). Fredi no Mundo da Reciclagem: Jogo educacional digital para conscientização da importância da reciclagem. RENAME Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 15, n. 1. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/75103>>. Acesso em abril, 2019.

TORREZZAN, C; BEHAR, P. A. (2009) Parâmetros para a construção de materiais educacionais digitais do ponto de vista do design pedagógico. In Modelos Pedagógicos em Educação à Distância. Patrícia Alejandra Behar (org). Porto Alegre: Artmed

TRACTENBERG, Régis. Material do Curso de Teoria e Prática do Design Instrucional. 2009. Disponível em <www.livredocencia.com>.

ZORTEA, C. F.; KLISZCZ, S.; PARREIRA, F. J.; SILVEIRA, S. R. (2017). Super Zid: Desenvolvimento de um jogo educacional digital para apoiar o combate ao aedes aegypti. RENAME Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 15, n. 1. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/75102>>. Acesso em abril, 2019.

FRAMEWORK "PLANTANDO ÁRVORES"

Stênio Cavalier Cabral

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

Francis Bento Marques

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

Yuri Bento Marques

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG

Ivan Carlos Carreiro Almeida

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG

RESUMO

Este relatório técnico tem por finalidade a demonstração do sistema desenvolvido para auxiliar no processo de plantio de árvores e mapeamento em áreas urbanas. O sistema utiliza técnicas de gamificação e georreferenciamento. A técnica de gamificação implantada no sistema, tem como objetivo o engajamento dos cidadãos no plantio de mudas e na manutenção das árvores. O sistema também contempla o mapeamento de árvores já existentes na cidade, possibilitando a geração de mapas online demonstrando a situação da arborização

na cidade. Logo os dados recorrentes são inseridos no sistema, e os resultados obtidos podem ser facilmente notados pela população, demonstrado em um sítio *web* desenvolvido para acompanhamento.

Palavras-chave:

Software Educacional; Gamificação; Plantio de árvores.

ABSTRACT

This technical report aims to demonstrate the system developed to assist in the process of planting trees and mapping in urban areas. The system uses gamification and georeferencing techniques. The gamification technique implemented in the system, aims to engage citizens in planting seedlings and maintaining trees. The system also contemplates the mapping of trees that already exist in the city, enabling the generation of online maps demonstrating the situation of afforestation in the city. Then the recurring data are

entered into the system, and the results obtained can be easily noticed by the population, demonstrated on a website developed for monitoring.

Keywords:

Educational software, Gamification; Tree planting.

INTRODUÇÃO

Na evolução da humanidade, (DALL'OGGIO, 2015) o homem passou de um ser rural para um ser urbano. Conseqüentemente, houve um grande crescimento das cidades e de seus conglomerados. Esse crescimento — (MARQUES, 2018)na maioria das vezes, rápido, desorganizado e sem preparação — vem provocando vários problemas de ordem social e econômica. Na contemporaneidade, portanto, a população mundial necessita de meios para melhorar a qualidade de vida nos centros urbanos (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

Com a explosão imobiliária na década de 1960, as áreas verdes se tornaram cada vez mais escassas dentro das cidades, ficando restritas aos parques e praças. Outro fato importante foi a expansão dos serviços, como a luz elétrica, as telecomunicações e os sistemas de água e esgoto, que em longo prazo contribuíram para a impermeabilização do solo — asfaltamento, calçamento e cimentação de ruas, calçadas e edificações —, prejudicando o meio ambiente nos espaços urbanos (VASCONCELOS, 2017).

A urbanização transforma a estrutura física e biótica do hábitat de um local. Essa transformação pode causar inúmeros danos para a fauna e flora na região, gerando mudanças a nível de ecossistema. Com tais alterações, a propagação da vegetação é impedida, comprometendo a diversidade das espécies, uma vez que a fauna está funcionalmente ligada ao equilíbrio do meio ambiente. É necessário um equilíbrio natural na cidade, para que se possam coexistir bem-estar e conforto social (ALMEIDA, 2015).

Nesse cenário, a preocupação com a preservação ambiental se tornou iminente, tendo-se como alternativa viável e sustentável o plantio de árvores, embora, urbana mente, existam regras para a prática da arborização que variam entre cada cidade, regidas pelo poder municipal — independente de terem sido plantadas pelo setor privado ou por órgãos públicos. Em variados casos, é comum a existência de convênios entre os meios públicos e privados para o desenvolvimento de projetos de arborização urbana (SILVA, 2017). A regulação do plantio de árvores na zona urbana, basicamente, existe para garantir o plantio correto, incluindo escolha, adequabilidade e manutenção das árvores plantadas, e o respeito às vias públicas, como calçadas e canteiros, que são de responsabilidade das prefeituras (GONÇALVES; PAIVA, 2017).

De tal modo, o planejamento da arborização é substancial quando se remete ao desenvolvimento urbano, uma vez que a arborização tem ação direta no meio ambiente e nos espaços públicos. Dentre os benefícios urbanos gerados pelo processo de arborização, podem ser destacados: (i) auxílio na preservação ambiental, (ii) abrigo e alimento para fauna, (iii) embelezamento de praças, avenidas e ruas, e (iv) sombreamento e refrescamento dos espaços urbanos, especialmente jardins e praças (VASCONCELOS, 2017).

Basicamente, a arborização urbana é um agrupamento da vegetação arbórea nativa existente em um determinado local. Atualmente, uma tendência obrigatória em muitos países, ela é primordial para a estrutura e a paisagem das cidades, além de colaborar com a melhoria da qualidade de vida da população como um todo (SIYAG, 2013). Considerando essa perspectiva de pensamento, diversas cidades ao redor do mundo vêm usando a arborização como estratégia de desenvolvimento urbano, por exemplo, Detroit (nos EUA), Halle, Leipzig, Schwedt ou Weißwasser (na Alemanha)(RINK; ARNDT, 2016).

Essas florestas urbanas — os espaços verdes — são geralmente apreciadas pela população, dado os seus múltiplos serviços, usos e contribuições para o meio ambiente, também considerados parte da infraestrutura local (RINK; ARNDT, 2016). Segundo Barton e Pretty (2010), a criação de espaços verdes nos centros urbanos é de extrema relevância para o bem estar dos cidadãos, especialmente no que diz respeito à saúde da população. Conforme resultados apresentados pelos autores, apenas cinco minutos de exercícios (físicos ou aeróbicos) em áreas verdes é o bastante para se notar melhorias no humor e na autoestima das pessoas.

A elaboração de um projeto de arborização urbana gera benefícios ambientais, contribuindo para melhoria da qualidade de vida na cidade. A definição do local e da espécie de árvore adequados, favorecem o desenvolvimento do ecossistema, reduzindo o perigo de acidentes, a necessidade de podas, bem como prejuízos à acessibilidade. Neste sentido, a Prefeitura de São Paulo (SÃO PAULO, 2015) em seu manual técnico de arborização urbana, considera que a cidade dispõe de áreas com diversas aptidões para o plantio de árvores, sendo assim, foram criadas 3 categorias de planejamento:

- Arborização de passeios em vias públicas.
- Arborização de áreas livres públicas.
- Arborização de áreas internas de lotes e glebas, públicas ou privadas.

Nesse contexto, vale ressaltar que é perceptível a falta de árvores ou da prática intensiva da arborização planejada nas cidades. Apesar disso, existem em algumas cidades projetos de mapeamento arbóreo e outras que contam com hortos florestais para a produção de mudas, cujo foco principal é a distribuição e plantio gratuitos de árvores na região, especialmente no âmbito urbano.

Em consonância ao plantio de árvores nas cidades, visando aumentar a área verde em perímetro urbano, tem-se como questão: diminuir a distância entre a população e o plantio de árvores. Neste relatório, apresenta-se uma solução tecnológica que abarca funcionalidades atuais e interessantes para a população, onde esta pode ser tornar um caminho viável para a resolução de problemas sociais, ecológicos e urbanos (ao mesmo tempo). Para tal, percebe-se o uso da tecnologia associada a mecânica de jogos em um programa ou aplicativo que promova ações relacionadas à arborização. Essa metodologia é conhecida como Gamificação, do inglês Gamification. Isto é, o uso de elementos de jogos para motivar e engajar usuários (MCGONIGAL, 2012). A exemplo disto, Seaborn e Felsb (2015) ressaltam que a aplicação da gamificação traz elementos específicos de motivação que incentivam indivíduos a se engajarem em ações socioambientais.

Este trabalho também idealiza um aplicativo que permitirá o mapeamento da arborização existente na cidade. Assim, o local que receberá uma nova árvore e as árvores já existentes na cidade, terão as coordenadas geográficas coletadas. Essas coordenadas servem para gerar relatórios, mapas georreferenciados, trabalhos com Gamificação e um inventário do patrimônio arbóreo de uma região. Logo, será possível apontar conflitos e necessidades, bem como a possibilidade de realizar adequações dos espaços verdes na cidade (MORAES; RIBEIRO; MACHADO, 2015). Lima Neto (2011) demonstra que as informações obtidas para um inventário arbóreo necessitam ser precisas, exigindo uma inserção e organização dos dados bem realizada, ressaltando que o uso de um aplicativo computacional é essencial.

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema web/mobile, com utilização de técnicas de Gamificação e georreferenciamento, para auxiliar a solicitação, o plantio de árvores e a construção de um inventário arbóreo para a cidade, fazendo isso de forma coordenada. Além disso, o sistema contemplará inserção de informações georreferenciadas e utilização das mesmas, através de relatórios, mapas e trazendo a possibilidade da exportação de dados em arquivos, de forma pública.

2.2 Objetivos Específicos

- Fornecer aos cidadãos possibilidade de solicitação de plantio de árvores em suas residências.
- Desenvolver um sistema web que possibilite a integração de bases dados georreferenciadas.
- Fornecer informações aos cidadãos das áreas arborizadas na cidade com estatísticas e mapas.
- Indicar os bairros com maior e menor área verde, para aumentar o engajamento dos cidadãos ao plantio de árvores, utilizando técnicas de Gamificação.
- Tornar o código fonte do sistema público através de uma ferramenta de hospedagem de código.

3. O Framework Plantando Árvores

O Framework Plantando Árvores foi desenvolvido utilizando uma junção de técnicas e tecnologias. Dentro das técnicas foram utilizadas: georreferenciamento, gamificação, processamento de imagens, levantamento de requisitos, integração de dados e modelagem de dados. Acrescente-se que no âmbito da tecnologia foram empregadas: programação PHP utilizando *Laravel*, *Javascript* e *Android*, biblioteca *Jquery*, banco de dados *MySQL* e os mapas do projeto *OpenStreetMap*.

O Framework foi desenvolvido para atender as demandas de mapeamento arbóreo e o plantio de árvores sob demanda nas cidades. Sendo assim, o mapeamento das árvores conta com um aplicativo que proporciona a coleta de informações de cada árvore existente na cidade. Além disso, plantio de árvores deve estar em conformidade com as leis do município. Assim, o Framework será o meio entre a população e o órgão que irá gerir o Framework na cidade. Em suma, as funcionalidades do Framework estão detalhadas logo abaixo.

Para utilizar o Framework o projeto, associação ou órgão de uma cidade deverá baixar o mesmo pelo sítio: <https://github.com/search>. Por consequência, a administração do projeto deverá adquirir um endereço na web, que poderá ser um domínio novo ou já existente. Após baixar o código fonte, será necessário hospedar o código e fazer apontamentos necessários para o funcionamento de todos os sistemas. Com isso, a administração pode optar apenas pela funcionalidade de mapeamento arbóreo ou de solicitação de plantio de árvore ou de ambas.

Os testes e a validação das funcionalidades do Framework contam com a ajuda do projeto extensão do IFNMG, *campus* Teófilo Otoni, conduzido pelo professor Dr. Ivan Almeida. Alguns dos objetivos do

projeto do IFNMG são: demonstrar a importância das árvores para a população, proporcionar bem-estar físico psicossocial e melhorar a qualidade de vida da população, aumentar a densidade de árvores na cidade de Teófilo Otoni - MG. O projeto contempla uma parceria com o Instituto Estadual de Florestas e com a Prefeitura do Município de Teófilo Otoni/MG.

O Framework pode ser dividido em quatro componentes: sítio web, sistema de solicitação de árvores, sistema administrativo e aplicativo para mapeamento arbóreo. Cada componente do Framework pode ser adaptado e ou melhorado pelo projeto que desejar utilizar o mesmo, pois código fonte é distribuído de forma gratuita.

3.1 Sítio Web

Foram utilizadas técnicas para melhorar a acessibilidade e a usabilidade, como mostrado por Park, Dorn e Forte (2015) em seu trabalho. Nesse sentido, o sítio é formado de páginas, onde essas são desenvolvidas para funcionarem na internet. Todas as páginas podem ser mantidas, modificadas ou retirada do sítio, conforme a necessidade dos administradores do projeto. Enfim, as funcionalidades do site são descritas abaixo:

3.1.1 Home

Página principal do sítio, onde o usuário será direcionado quando acessar o endereço, a mesma pode ser vista na Figura 01. O usuário encontra os menus para acessar as demais funções do sítio e também um mapa de calor que mostra as áreas com maior número de árvores na cor verde, as demais funções estão descritas logo em seguida.

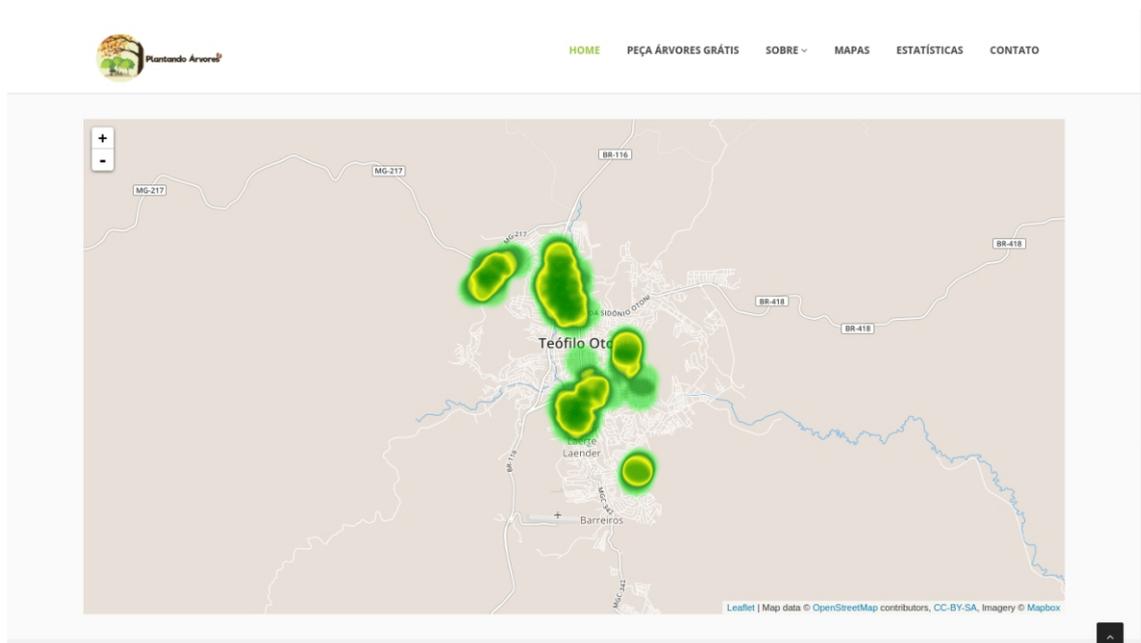


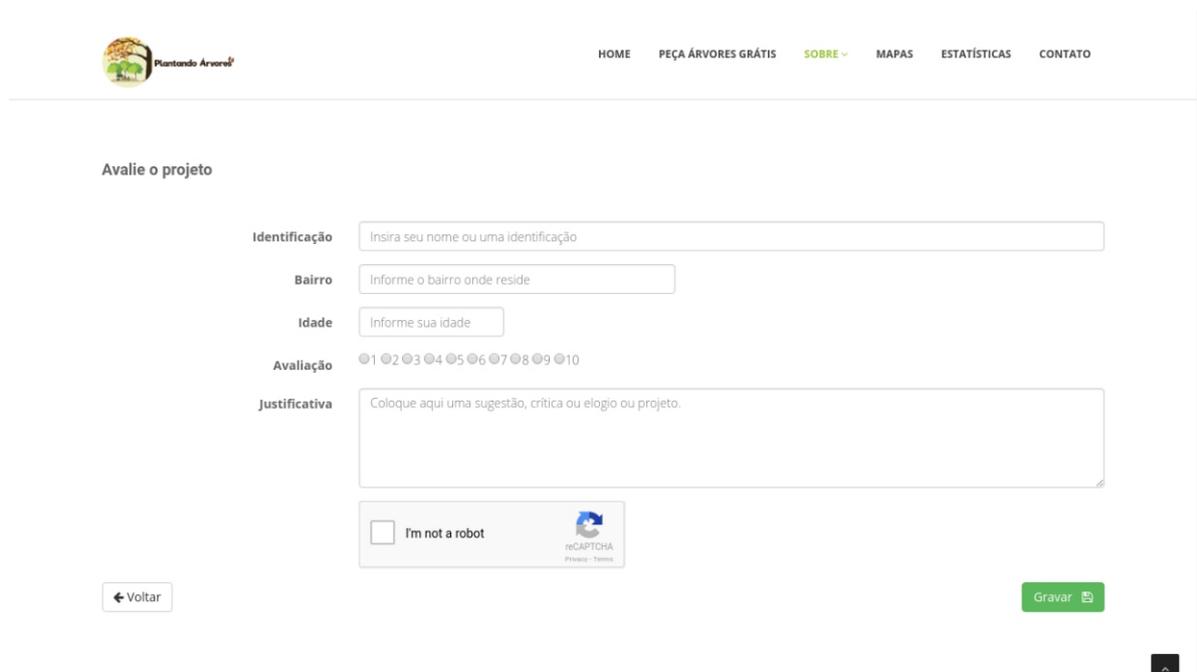
Figura 1 – Página inicial do projeto plantandoarvores.com.br

3.1.2 Peça árvores grátis

Página onde o usuário irá entrar com credenciais (e-mail e senha) ou criar as mesmas para fazer a solicitação de plantio de árvores. O detalhamento das funcionalidades de solicitação de árvore estão presentes no item 2.2 deste relatório.

3.1.3 Sobre

Sequência de páginas onde o usuário encontra informações sobre o projeto, a equipe e fotos. O projeto é uma página onde estão todas as informações relevantes do mesmo. Os usuários também podem avaliar o mesmo, dando nota e inserindo sugestões, críticas ou elogios, o formulário de avaliação pode ser visto na Figura 02. Os comentários são moderados pelos administradores, podendo ser aprovados ou excluídos, dependendo do conteúdo.



The screenshot shows a web page titled 'Avalie o projeto' (Evaluate the project) on the website 'Plantando Árvores'. The page has a navigation menu at the top with links for 'HOME', 'PEÇA ÁRVORES GRÁTIS', 'SOBRE', 'MAPAS', 'ESTATÍSTICAS', and 'CONTATO'. The main content area contains a form with the following fields:

- Identificação:** A text input field with the placeholder 'Insira seu nome ou uma identificação'.
- Bairro:** A text input field with the placeholder 'Informe o bairro onde reside'.
- Idade:** A text input field with the placeholder 'Informe sua idade'.
- Avaliação:** A radio button selection for ratings from 1 to 10.
- Justificativa:** A large text area with the placeholder 'Coloque aqui uma sugestão, crítica ou elogio ou projeto.'

At the bottom of the form, there is a reCAPTCHA 'I'm not a robot' checkbox and a 'Gravar' (Save) button. A 'Voltar' (Back) button is located to the left of the form.

Figura 2 – Página de avaliação do projeto plantandoarvores.com.br

Na página da Equipe, são encontradas fotos e informações relevantes dos componentes que trabalham no projeto. Na página de fotos, o usuário poderá ver fotos inseridas e também pode separar as mesmas por categorias. Existe também uma funcionalidade para colocar imagens dos parceiros e ou patrocinadores.

3.1.4 Mapas

Na página o usuário pode acompanhar o andamento do projeto em forma de mapas. Já existem alguns mapas configurados, como pode ser visto na Figura 03. As informações inseridas são mostradas em tempo real nos mapas, como a inserção de uma árvore plantada. Os mapas são divididos por funcionalidades, como: mapa de calor, tipo e quantidade árvores plantadas por bairro. Também é demonstrada a diferença das árvores já existentes e as novas, plantadas pelo projeto. É apresentado na Figura 04 um exemplo de mapa com contador de árvores por agrupamento. Outros mapas podem ser inseridos de acordo com a necessidade do projeto na cidade.

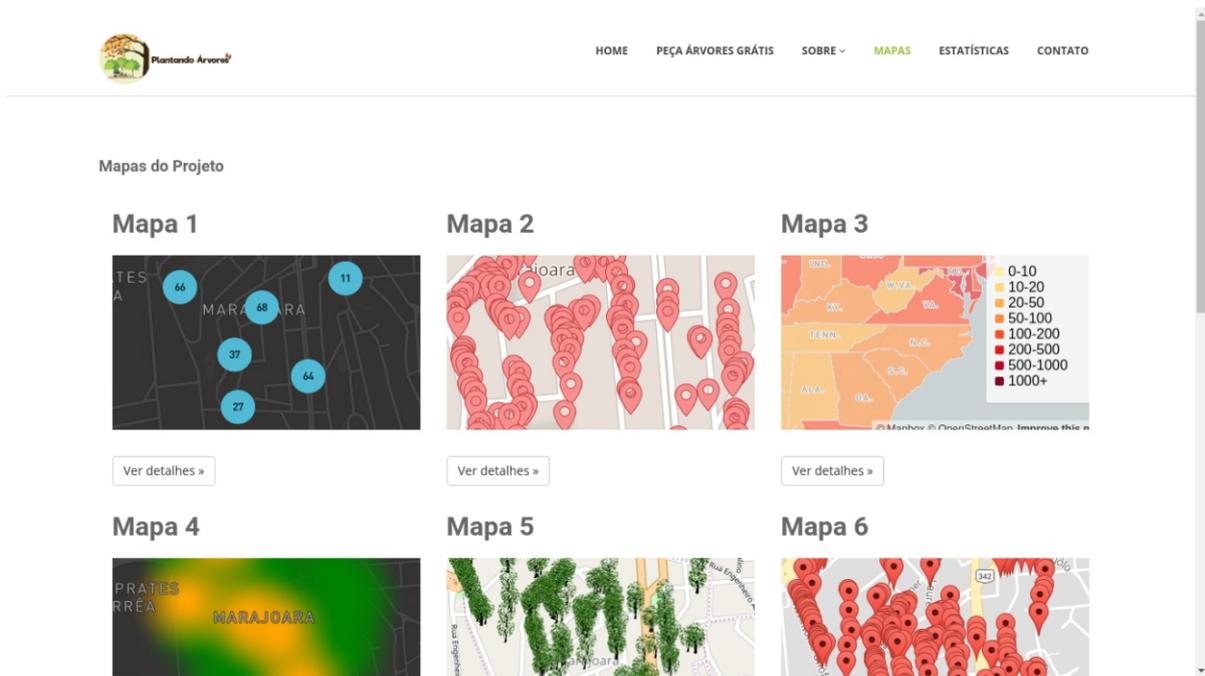


Figura 3 – Mapas disponíveis no sistema plantadoarvores.com.br



Figura 4 – Mapa com contador de árvores por agrupamento

3.1.5 Estatísticas

Página onde o usuário pode encontrar resultados do projeto. As estatísticas podem ser alimentadas em tempo real. O usuário também pode encontrar demandas específicas do projeto da sua cidade.

3.1.6 Contato

Página com formulário para envio de mensagens para administração do projeto, como pode ser visto na Figura 05. Informações como o endereço postal, de e-mail e telefone podem ser encontradas na página. Todas as informações podem ser alteradas pelo administrador o Framework.

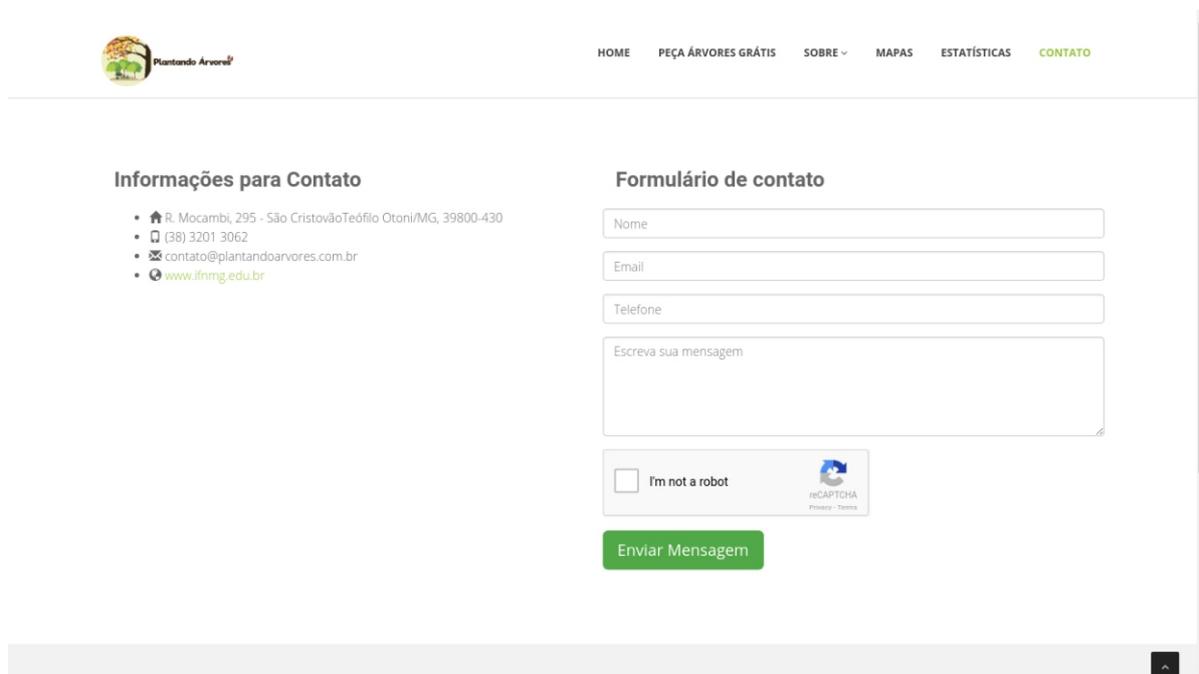


Figura 5 – Página de contato do sítio plantandoarvores.com.br

3.1.7 Newsletter

O Framework está preparado para o uso de uma lista de e-mail, denominada *Newsletter*. Para implementação desta funcionalidade os administradores do projeto devem construir um termo de responsabilidade, nesse o usuário deverá aceitar os termos, para que não haja nenhum tipo de bloqueio dos e-mails enviados pelo projeto.

3.2 Sistema de solicitação de árvores

A solicitação do plantio de uma árvore é uma das funcionalidades do Framework. Na construção deste componente a solicitação é feita de forma gratuita, mas o projeto pode ser modificado para que a solicitação seja realizada de forma paga. Para o usuário fazer a solicitação o mesmo deverá acessar o domínio principal e clicar em “PEÇA ÁRVORE GRÁTIS”. O sistema solicitará o e-mail e senha para prosseguir, na Figura 06 pode-se observar a tela solicitação de árvore.



Figura 6 – Página para acessar o sistema de solicitação de árvores

Caso o usuário não tenha feito cadastro, o mesmo deverá clicar no botão “Faça seu cadastro”, onde deverá informar o nome completo, um e-mail válido, inserir e repetir uma senha. O usuário receberá um e-mail com um *link* para validar o cadastro e a propriedade do e-mail. Assim que o usuário entrar no sistema de solicitação de árvore verá uma página como demonstrada na Figura 07. O usuário tem três opções no menu esquerdo e ao centro pode-se observar a linha do tempo, onde o usuário terá informações sobre a sua solicitação. Das funções disponibilizadas ao usuário:

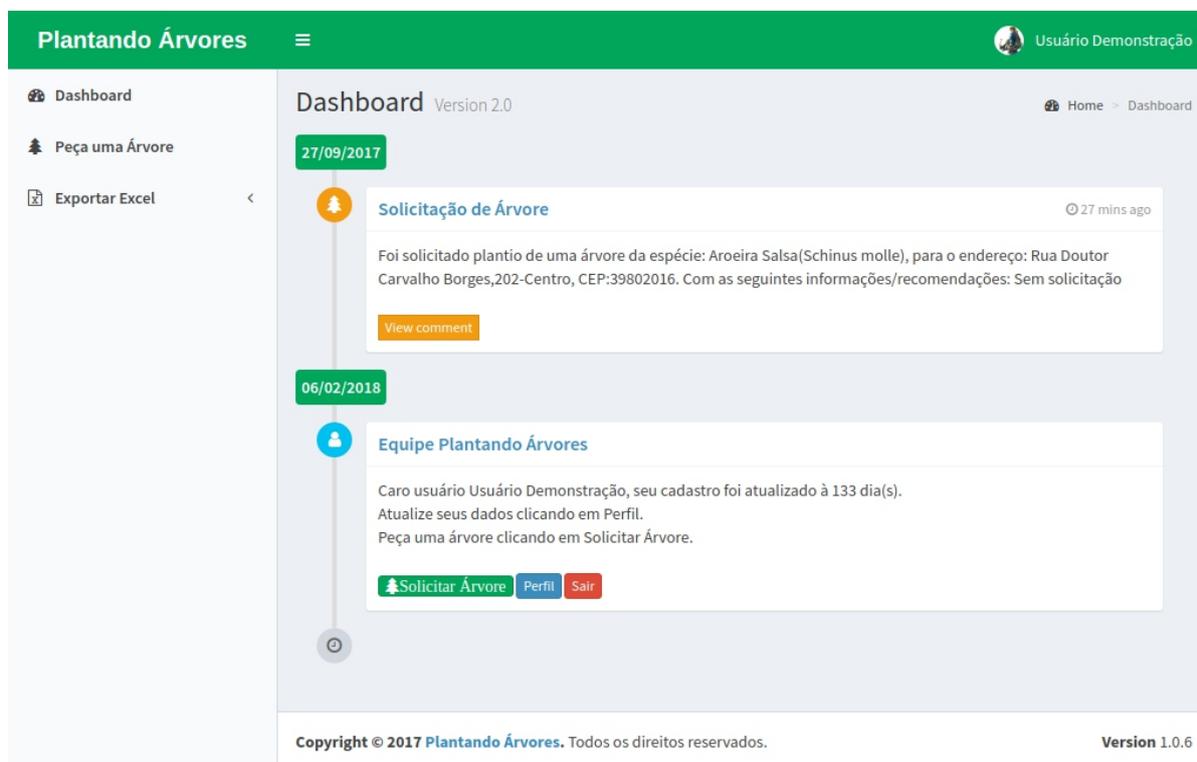


Figura 7 – Página inicial ao acessar sistema para solicitação de árvore

- *Dashboard*: página inicial, onde o usuário vê uma linha do tempo com todas as informações sobre a solicitação da árvore e demais informações sobre o projeto.
- *Peça uma Árvore*: página inicial com função de solicitação de árvore.
- *Exportar Excel*: função de levar ao programa de planilhas informações de todas as árvores catalogadas da cidade pelo projeto.

3.2.1 Peça uma Árvore

Na função de solicitação de árvore o usuário encontra regras, definidas de acordo com a legislação municipal. As regras pré-definidas podem ser observada na Figura 08. As regras das árvores apresentadas após a inserção de informações do usuário são construídas no sistema administrativo, demonstrado no decorrer do relatório.

Solicitação de árvore Dashboard

Informe os dados para prosseguir na solicitação

O local de plantio na calçada passa rede elétrica? Sim Não

Entre a parede da casa e a calçada existe um espaço(Recuo)? Sim Não Ex.: Com Recuo Ex.: Sem Recuo

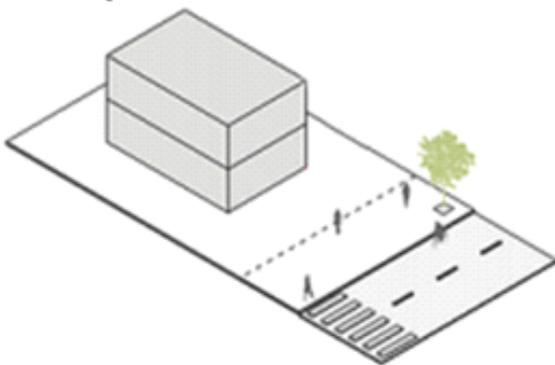
No local de plantio o sol bate a tarde toda? Sim Não

← Voltar Continuar

Figura 8 – Página com regras para solicitação de plantio de árvore

- 1) O local de plantio na calçada passa rede elétrica: para esta pergunta a resposta do o usuário irá informar se existe fiação no local do plantio da árvore, caso o usuário informe que existe rede elétrica a relação das árvores apresentadas serão de pequeno porte quando adulta, por exemplo.
- 2) Entre a parede da casa e a calçada existe um espaço (Recuo): nessa pergunta a questão central é o espaço entre a parede da casa e a calçada, se existe um espaço, que é conhecido como recuo. Essa informação pode reduzir, ou não o porte da árvore. No caso de na residência houver o recuo para a calçada, o plantio deve ser feito dentro do lote. No caso de não existir um afastamento, o plantio pode ser feito na calçada. Na Figura 09 é apresentada uma demonstração de uma construção com e sem recuo. Por desdobramento da questão do recuo, quando se escolhe que existe o mesmo, se abre outra pergunta, quando é questionado o tamanho em relação à calçada. Quando não existe o recuo se abre uma opção para dizer o tamanho da calçada.
- 3) No local de plantio o sol bate a tarde toda: essa resposta também exclui algumas árvores, pois, existem espécies que necessitam do sol para sobreviverem.

Exemplo com Recuo



Exemplo sem Recuo

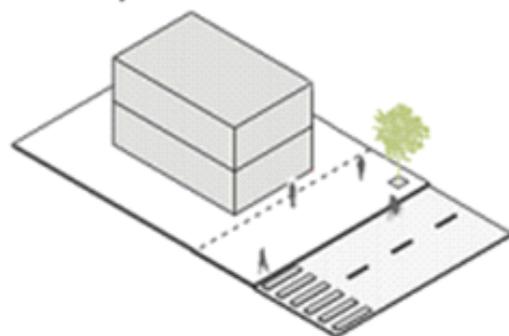
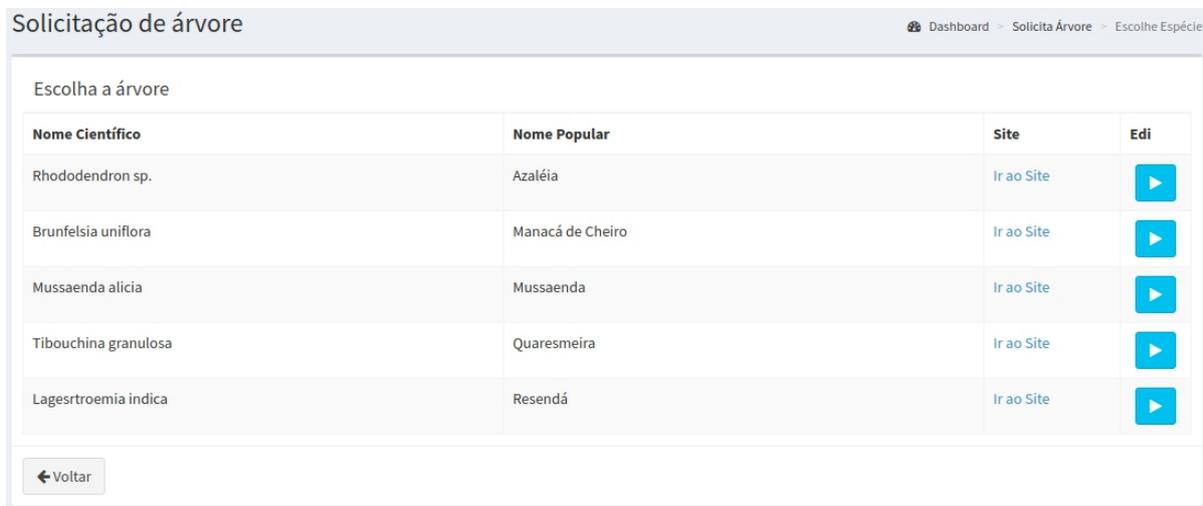


Figura 9 – Demonstração de um imóvel com e sem recuo

Dando prosseguimento, será feito um cálculo e apresentada as opções de árvores que podem ser plantadas, de acordo com as respostas e o estoque do horto. Na Figura 10 estão as espécies disponíveis em uma simulação. Cada espécie pode conter um sítio, onde existem várias informações sobre a árvore, para ajudar na escolha. para sobreviverem.



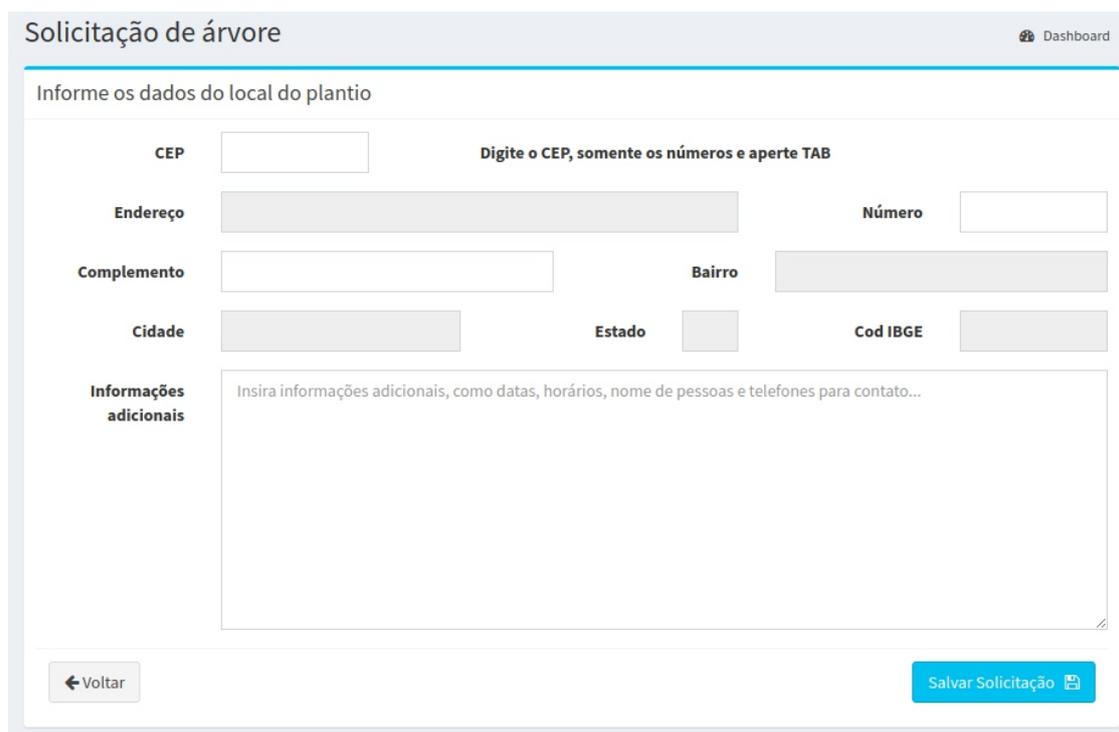
The screenshot shows a web interface titled "Solicitação de árvore". At the top right, there is a breadcrumb trail: "Dashboard > Solicita Árvore > Escolhe Espécie". Below the title, there is a section "Escolha a árvore" containing a table with the following columns: "Nome Científico", "Nome Popular", "Site", and "Edi".

Nome Científico	Nome Popular	Site	Edi
Rhododendron sp.	Azaléia	Ir ao Site	
Brunfelsia uniflora	Manacá de Cheiro	Ir ao Site	
Mussaenda alicia	Mussaenda	Ir ao Site	
Tibouchina granulosa	Quaresmeira	Ir ao Site	
Lagestroemia indica	Resendá	Ir ao Site	

At the bottom left of the table area, there is a "Voltar" button with a left-pointing arrow.

Figura 10 – Página de escolha de espécie para o plantio de árvore

Após o usuário escolher a espécie o mesmo será direcionado para a página de confirmação de endereço. Na figura 11 pode-se observar os dados solicitados ao usuário. Quando o mesmo digitar o CEP da rua, o endereço será completado, bastando colocar o número. Apenas o CEP da cidade será aceito, essa configuração deverá ser feita via codificação. No formulário o campo 'Informações Adicionais' deve ser preenchido pelo usuário com informações relevantes para o plantio das árvores.



The screenshot shows a web interface titled "Solicitação de árvore". At the top right, there is a breadcrumb trail: "Dashboard >". Below the title, there is a section "Informe os dados do local do plantio" containing a form with the following fields:

- CEP**: A text input field with a note "Digite o CEP, somente os números e aperte TAB".
- Endereço**: A wide text input field.
- Número**: A text input field.
- Complemento**: A text input field.
- Bairro**: A wide text input field.
- Cidade**: A text input field.
- Estado**: A small text input field.
- Cod IBGE**: A text input field.
- Informações adicionais**: A large text area with a placeholder text: "Insira informações adicionais, como datas, horários, nome de pessoas e telefones para contato...".

At the bottom left, there is a "Voltar" button with a left-pointing arrow. At the bottom right, there is a "Salvar Solicitação" button with a save icon.

Figura 11 – Página de solicitação de endereço para plantio de árvore

Após confirmar o endereço para plantio da árvore, o usuário é redirecionado para a página inicial, onde o mesmo tem informações em sua linha do tempo. O usuário será avisado dos procedimentos para o plantio da árvore, via linha do tempo e também por e-mail.

3.3 Sistema administrativo

O componente Sistema Administrativo do Framework é o local onde o usuário administrador do projeto pode fazer diversas alterações no comportamento do Framework como um todo. Assim, as informações do sítio podem ser alteradas e ou inseridas. A Figura 12 representa a página inicial do usuário tipo administrador, onde o mesmo pode notar alguns comportamentos dos dados inseridos e ou solicitados nos componentes, esta tela é denominada *Dashboard*.

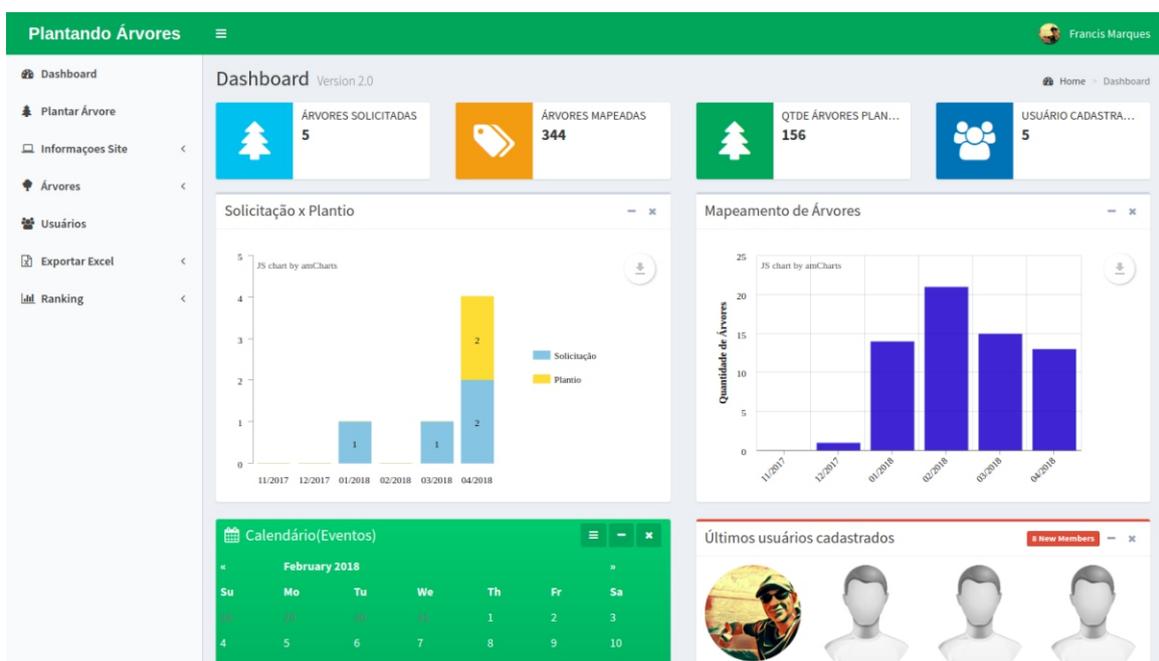


Figura 12 – Página inicial do usuário administrador

Na Dashboard o usuário administrador tem disponível dois gráficos com informações sobre solicitações em relação ao plantio, onde demonstra os números com quantidades mensais, nos últimos 6 meses. Com isso, o usuário também pode ver a quantidade de mapeamento de árvores nos últimos 6 meses. Há também um calendário e a relação dos últimos 8 usuários cadastrados no sistema. Outras informações podem ser implementadas na tela sob demanda de cada projeto.

3.3.1 Plantar árvore

A primeira opção do administrador é a de inserir no sistema o plantio de uma árvore solicitada. A Figura 13 representa a lista de árvores que existe no sistema de solicitações. Na lista existe o tempo que essa solicitação está aguardando, o nome do usuário que solicitou a árvore, a espécie, o CEP da rua e o bairro. As informações são ordenadas por bairro, CEP e espécie, para facilitar a logística do usuário. O usuário ainda tem a opção de clicar no botão azul e obter informações da solicitação, no botão verde de informar ao sistema que está atendendo a solicitação e no botão vermelho onde pode excluir a solicitação.

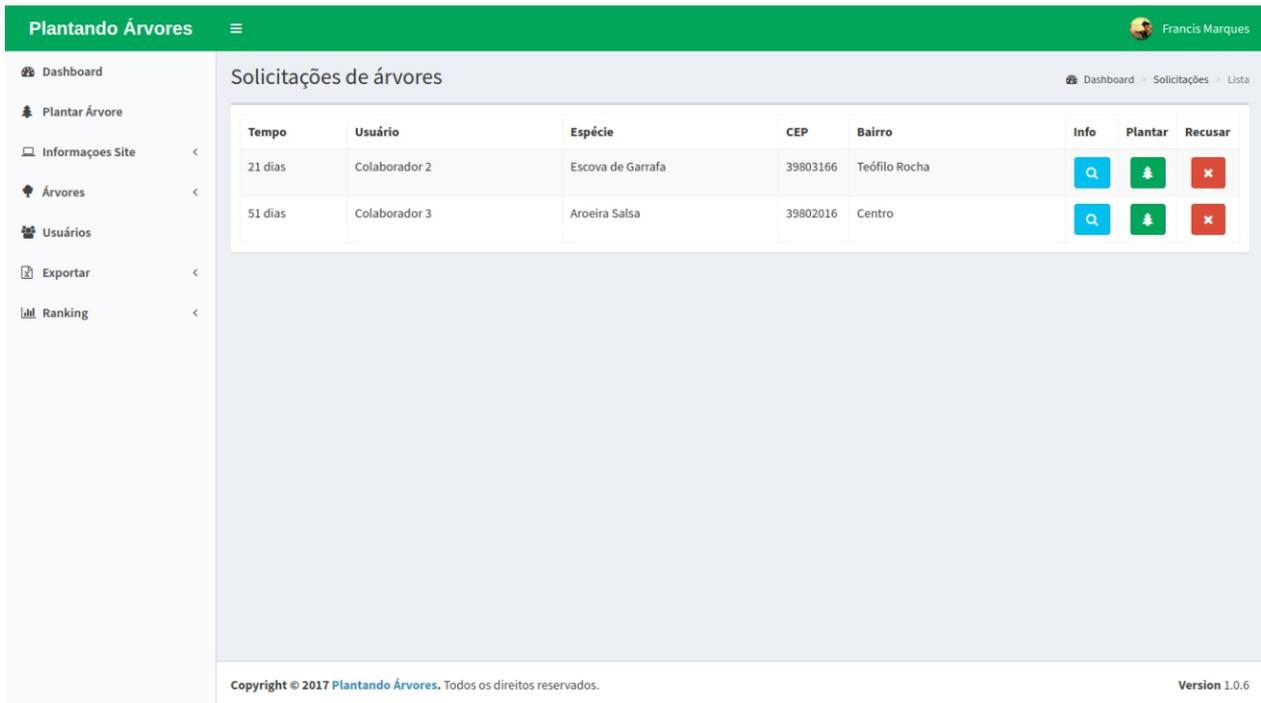


Figura 13 – Lista de solicitações de árvores

Quando o usuário administrador clica no botão obter informações da solicitação, os dados são apresentados como representado na Figura 14. Os dados são demonstrados e ressaltando o tempo que a solicitação está aguardando. Essa função serve para o administrador observar as informações adicionais inseridas pelo usuário, com elas essa solicitação pode entrar ou não em uma lista de plantio.

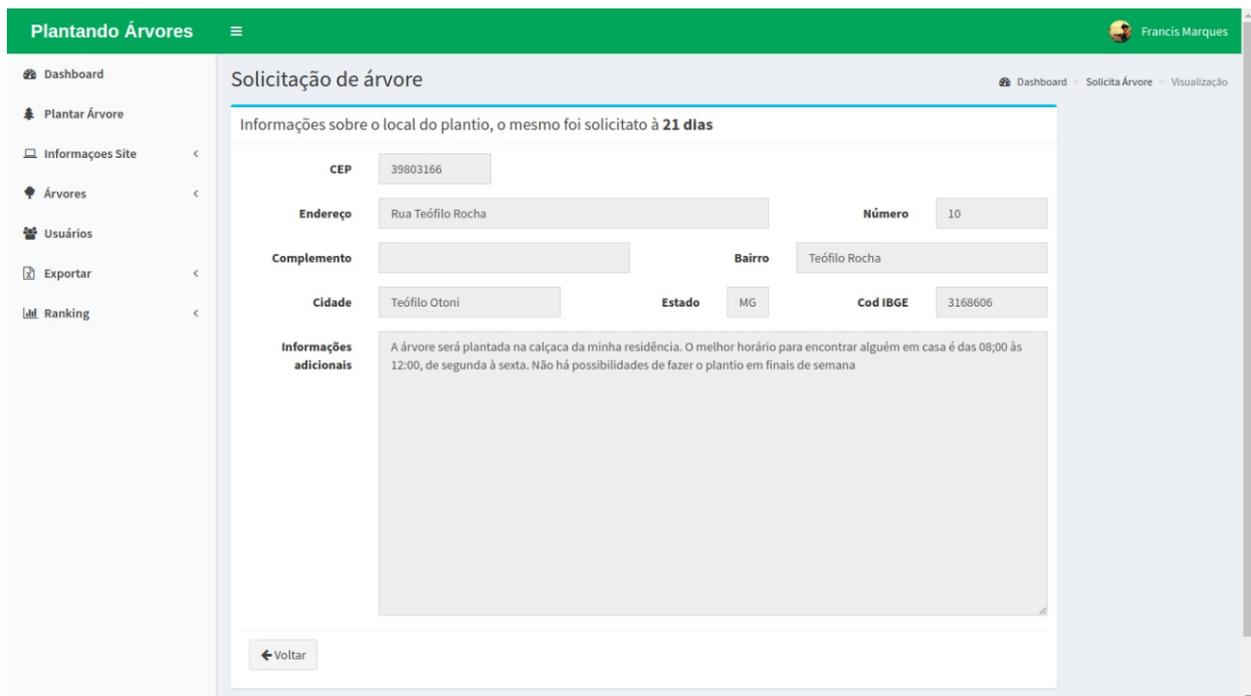


Figura 14 – Dados de solicitação de plantio de árvore

Ao selecionar a opção atender a solicitação, é apresentado um formulário como demonstrado na Figura 15. O usuário fará a inserção dos dados após a solicitação já ter sido atendida. Os dados solicitados são latitude, longitude, altitude e uma foto para registro do plantio. As informações são colhidas com a ajuda do aplicativo, componente do Framework. Após o salvar confirmação da solicitação, os dados já são apresentados nos mapas do sítio, as estatísticas alimentadas em tempo real também são atualizadas.

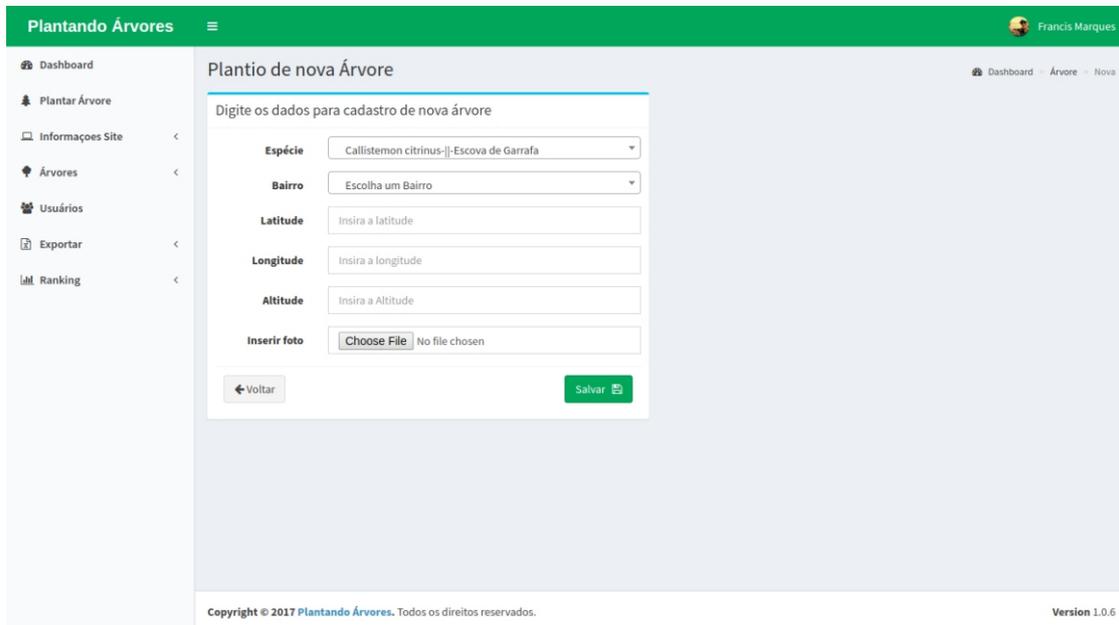


Figura 15 – Inserção de dados do atendimento de solicitação de plantio de árvore

O usuário administrador pode também excluir a solicitação, a tela pode ser observada na Figura 16. Para concluir a recusa da solicitação, o administrador deverá escolher um motivo, onde estes são cadastrados de acordo com a demanda do projeto. O usuário também deverá descrever o motivo da recusa, colocando informações relevantes, onde essas podem ser estudadas no futuro para melhorar o projeto e também o Framework.

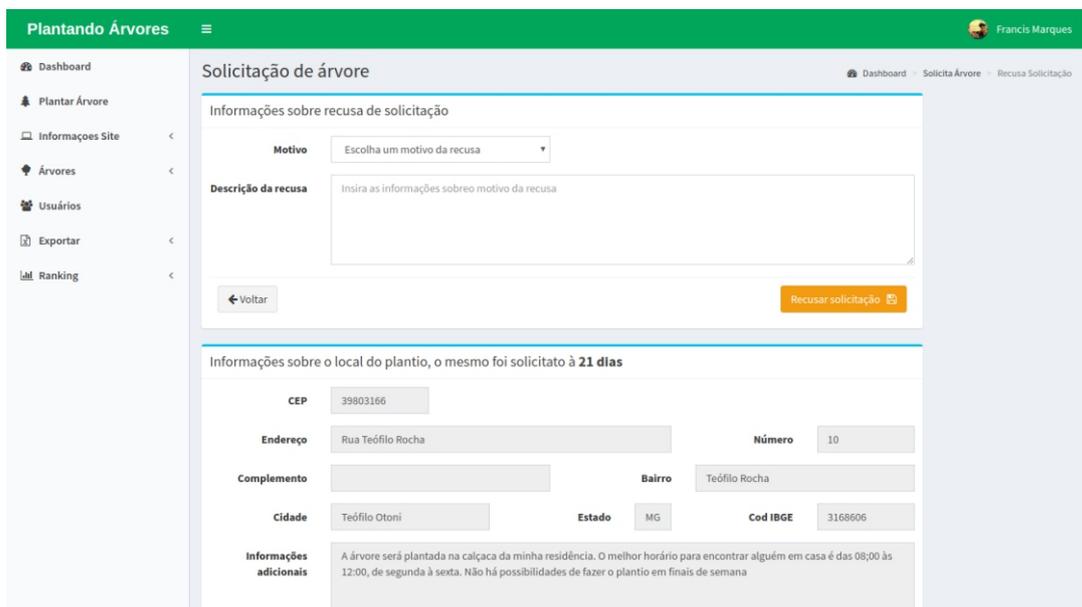
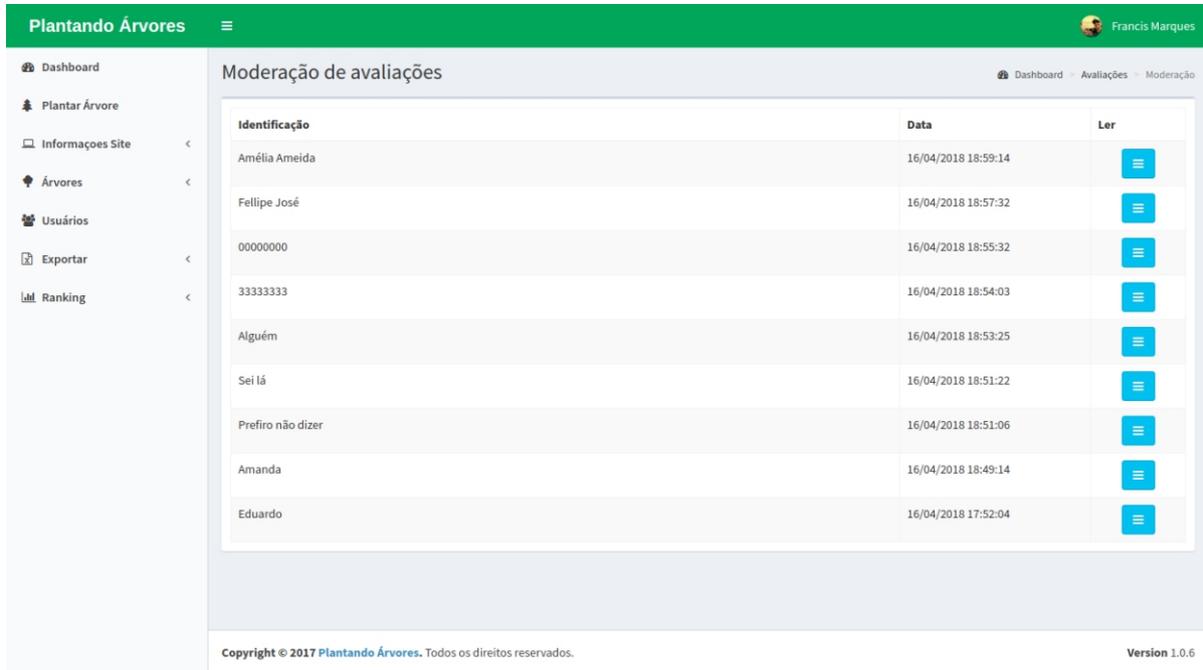


Figura 16 – Recusa de solicitação de plantio de árvore

3.3.2 Informações do sítio

Grande parte das informações do sítio podem ser alteradas de forma dinâmica pelo administrador. No menu Informações Site são encontradas as seguintes opções: sobre o projeto, avaliações, equipe, fotos, fotos categorias, contato.



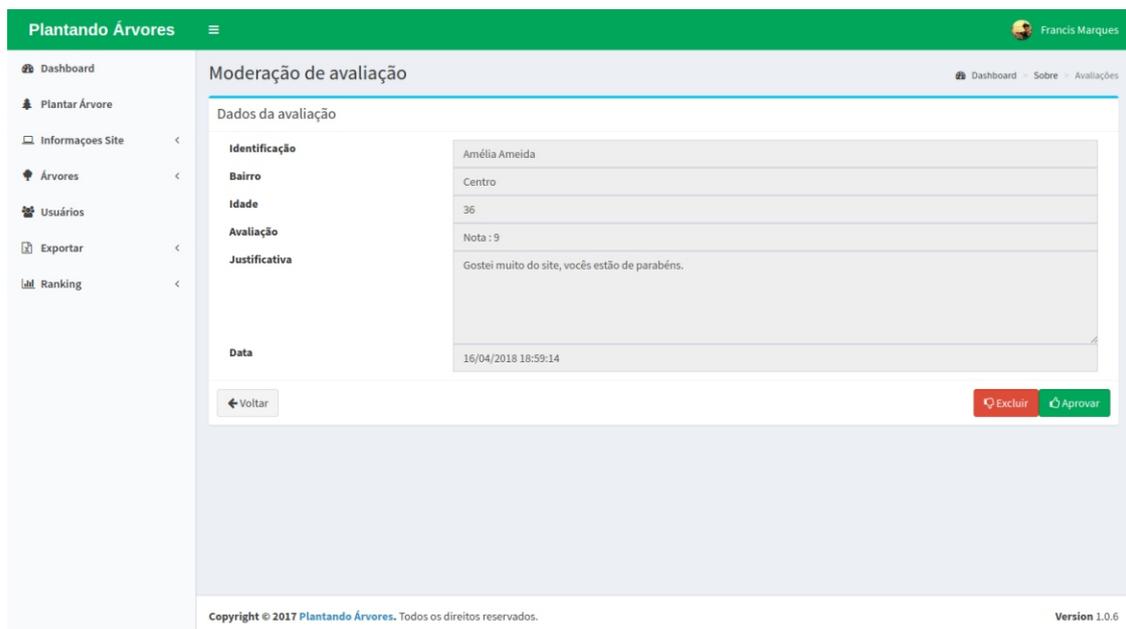
Identificação	Data	Ler
Amélia Ameida	16/04/2018 18:59:14	[Botão de menu]
Fellipe José	16/04/2018 18:57:32	[Botão de menu]
00000000	16/04/2018 18:55:32	[Botão de menu]
33333333	16/04/2018 18:54:03	[Botão de menu]
Alguém	16/04/2018 18:53:25	[Botão de menu]
Sei lá	16/04/2018 18:51:22	[Botão de menu]
Prefiro não dizer	16/04/2018 18:51:06	[Botão de menu]
Amanda	16/04/2018 18:49:14	[Botão de menu]
Eduardo	16/04/2018 17:52:04	[Botão de menu]

Copyright © 2017 Plantando Árvores. Todos os direitos reservados. Version 1.0.6

Figura 17 – Avaliações para serem moderadas

Como demonstrado na Figura 17 temos a opção de moderação de avaliações.

Na opção o administrador deverá moderar cada avaliação feita no sítio. Na Figura 18 está representada uma avaliação. O administrador deve interpretar a avaliação e clicar em um dos botões para excluir ou aprovar a mesma.



Dados da avaliação

Identificação	Amélia Ameida
Bairro	Centro
Idade	36
Avaliação	Nota : 9
Justificativa	Gostei muito do site, vocês estão de parabéns.
Data	16/04/2018 18:59:14

[Voltar] [Excluir] [Aprovar]

Copyright © 2017 Plantando Árvores. Todos os direitos reservados. Version 1.0.6

Figura 18 – Moderação de avaliação

O administrador pode inserir fotos do projeto. São cadastradas na opção fotos categorias os nomes das mesmas. Na opção fotos o administrador clica em nova foto, na próxima tela irá inserir uma descrição, escolher a categoria previamente cadastrada e escolher uma foto. O resultados das fotos está demonstrado na Figura 19.

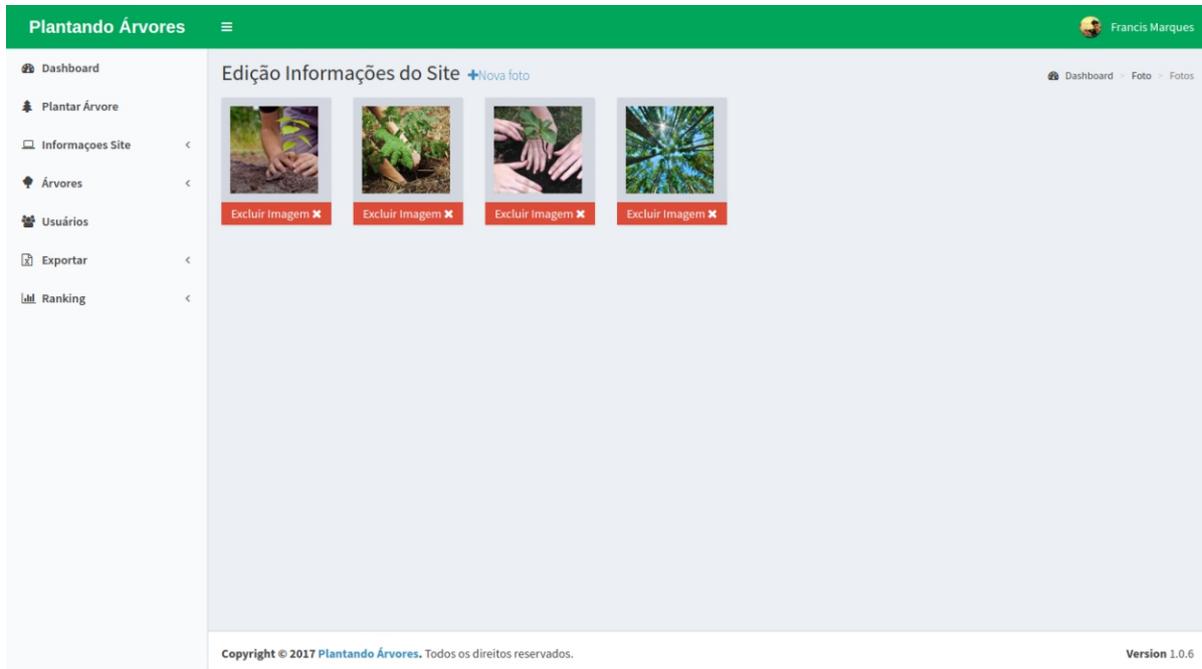


Figura 19 – Organização de fotos para serem exibidas no site

As informações da página de contato do sítio também são alteradas pelo administrador. Podem ser alterados os campos: endereço, cidade, telefone, email e site. O formulário para alteração pode ser observado na Figura 20. O administrador ainda altera os campos sobre e faz a inserção de dados dos membros da equipe.

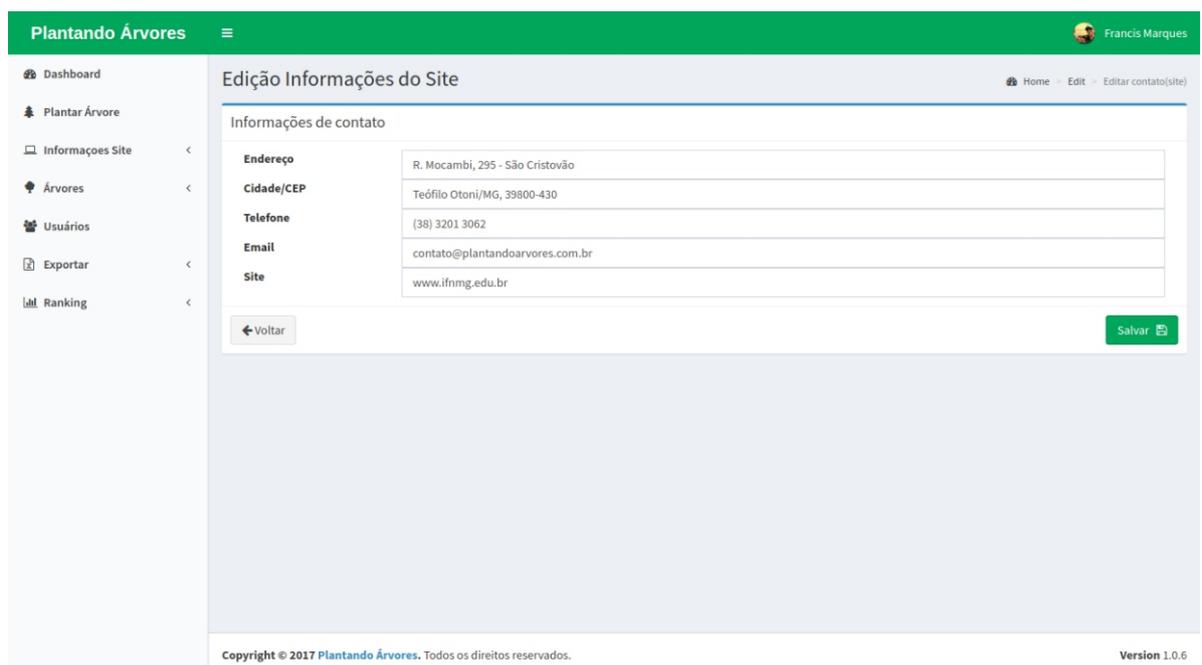


Figura 20 – Formulário de edição de contato do sítio

3.3.3 Árvores

As informações sobre as árvores no sistema estão nesse menu. O usuário administrador pode adicionar, editar e ou excluir as espécies, árvores e os bairros cadastrados no sistema.

A Figura 21 representa o cadastro de espécies no sistema. Na lista o usuário pode verificar os nomes científico e popular, ver um apontamento se existe site cadastro, verificar se árvore pode ter o plantio solicitado e funções de edição e exclusão das espécies. Caso o projeto não use solicitação de árvore, um dos primeiros passos e marcar a opção não para solicitação.

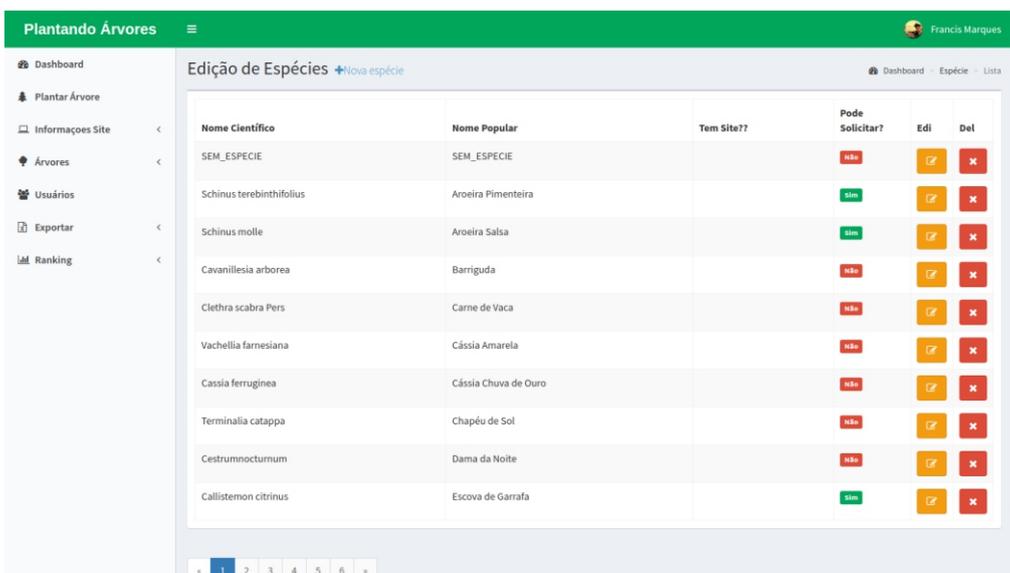


Figura 21 – Página com relação de espécies

A edição e ou inclusão da espécie é um ponto importante para o bom funcionamento do sistema. Na Figura 22 pode ser observados os campos que o administrador pode inserir. Os nomes campos de nome da espécie aparecem em diversas partes do sítio, principalmente nos mapas. Caso a espécie possua um site o endereço deve ser informado no campo Site. O estoque só será utilizado caso o projeto opte por usar a função de solicitação de árvore. Para cada árvores solicitada é retirado um do estoque. Uma decisão que o projeto deve tomar é de trabalhar ou não com estoque negativo.

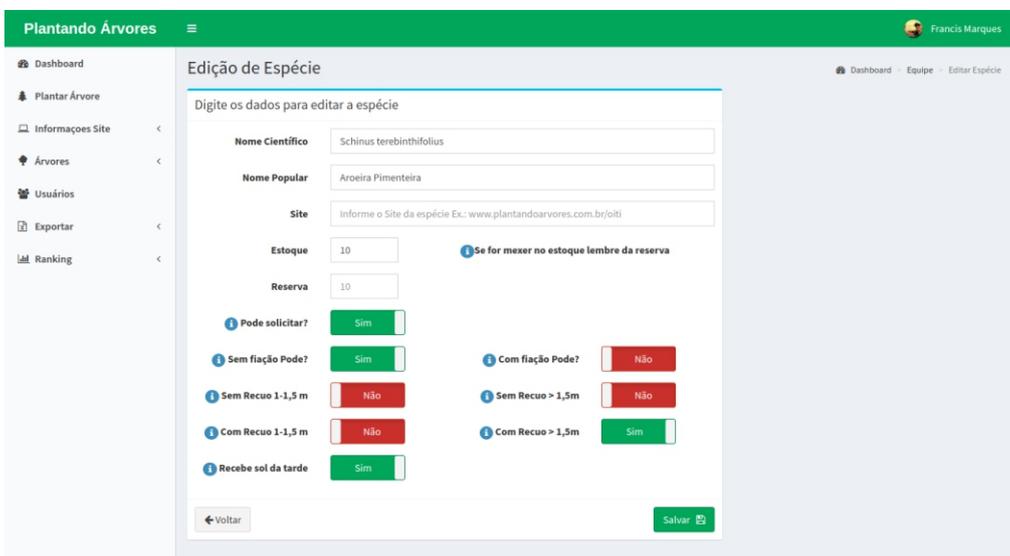


Figura 22 – Edição de espécie

Cada cidade possui leis para o plantio de árvores no perímetro urbano. Caso o projeto opte por trabalhar com a solicitação de árvore, para cada espécie será aberto uma sequncia de perguntas, respondidas com sim ou não. Essas perguntas podem ser removidas e outras podem ser adicionadas, todas essas via programação, diretamente no código fonte do Framework. Quando se passa a utilizar a solicitação de árvores, uma função de estoque é aberta. Na página são listadas as espécies que o projeto irá trabalhar, o estoque e o número de espécies com reservas, como demonstrado na Figura 23.

Nome Científico	Nome Popular	Estoque	Reserva	Edi
Schinus terebinthifolius	Aroeira Pimenteira	10		[Edi]
Schinus molle	Aroeira Salsa	8	2	[Edi]
Callistemon citrinus	Escova de Garrafa	10		[Edi]
Delonix regia	Flanboyant	10		[Edi]
Handroanthus impetiginosus	Ipê Roxo	10		[Edi]
Licania tomentosa	Oiti	10		[Edi]
Bauhinia forficata	Pata de Vaca	10		[Edi]
Tibouchina granulosa	Quaresmeira	10		[Edi]
Caesalpinia pluviosa	Sibipiruna	10		[Edi]
Rhododendron sp.	Azaléia	9	1	[Edi]
Mussaenda alicia	Mussaenda	10		[Edi]
Lagesstroemia indica	Resendá	10		[Edi]

Figura 23 – Página de estoque

As árvores mapeadas via aplicativo ou inseridas quando atendido a solicitação de árvores estão listadas na função Árvores, como apresentado na Figura 24. O administrador pode verificar nome científico e popular, bairro que a árvore está plantada, latitude, longitude e altitude, se existe foto cadastrada. O usuário ainda pode ver a localização, visualizar dados, editar e ou excluir a árvore.

Espécie	Bairro	Lati	Long	Alti	Foto	Map	Ver	Edi	Del
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88289655	-41.49785244	380.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88293503	-41.4977211	373.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88303336	-41.49766719	374.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88308098	-41.49818227	378.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88305966	-41.49818097	379.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88302808	-41.49815732	380.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88305605	-41.49811292	378.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88309799	-41.49810513	380.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88305325	-41.49812616	380.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]
SEM_ESPECIE- -SEM_ESPECIE	Jardim São Paulo	-17.88307029	-41.49807374	382.0	Sim	[Map]	[Ver]	[Edi]	[Del]

Figura 24 – Relação de árvores inseridas no sistema

O administrador pode editar os dados da árvore. Durante a edição o usuário pode trocar a espécie, acertar a latitude e a longitude. O bairro que a árvore está plantada também pode ser alterado. A foto da árvore também pode ser alterada. Por fim o administrador pode inserir informações relevantes sobre a árvore, como pode ser notado na Figura 25.

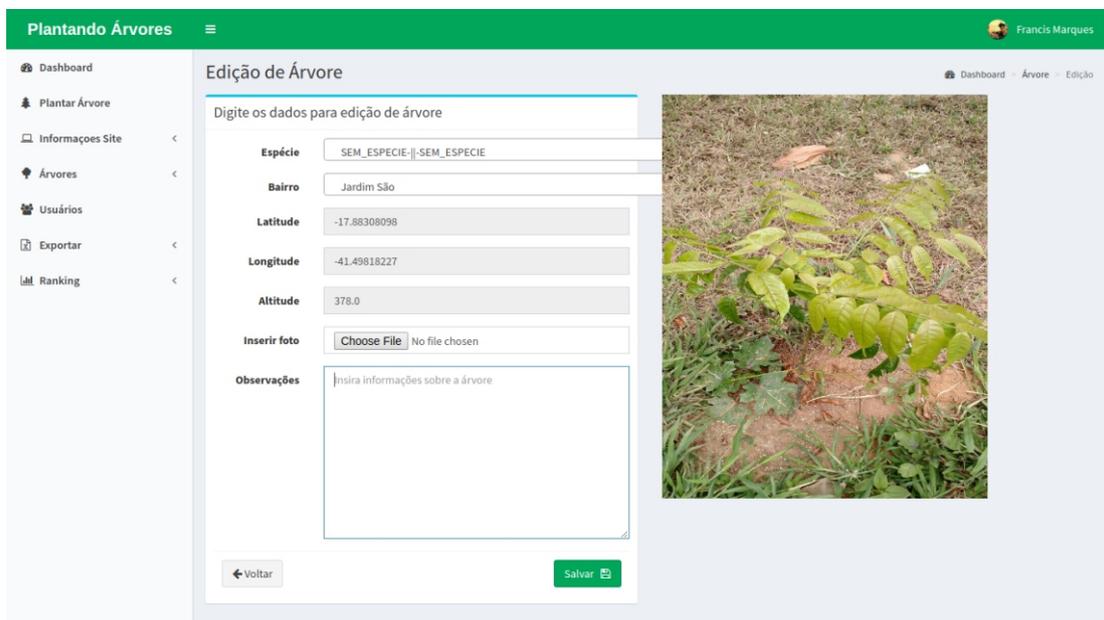


Figura 25 – Exemplo de edição de árvore inserida no sistema

Uma relação de bairro também deve ser inserida no sistema pelo administrador. O Framework foi desenvolvido para atender a uma cidade. Para cada cidade os bairros devem ser inseridos. Esse cadastrado também se dá pelo fato dos mapas disponíveis na internet existir erro em relação à cidade. Na Figura 26 representa a página de cadastro dos bairros no sistema. O administrador tem funções de adição, edição e exclusão do nome do bairro.

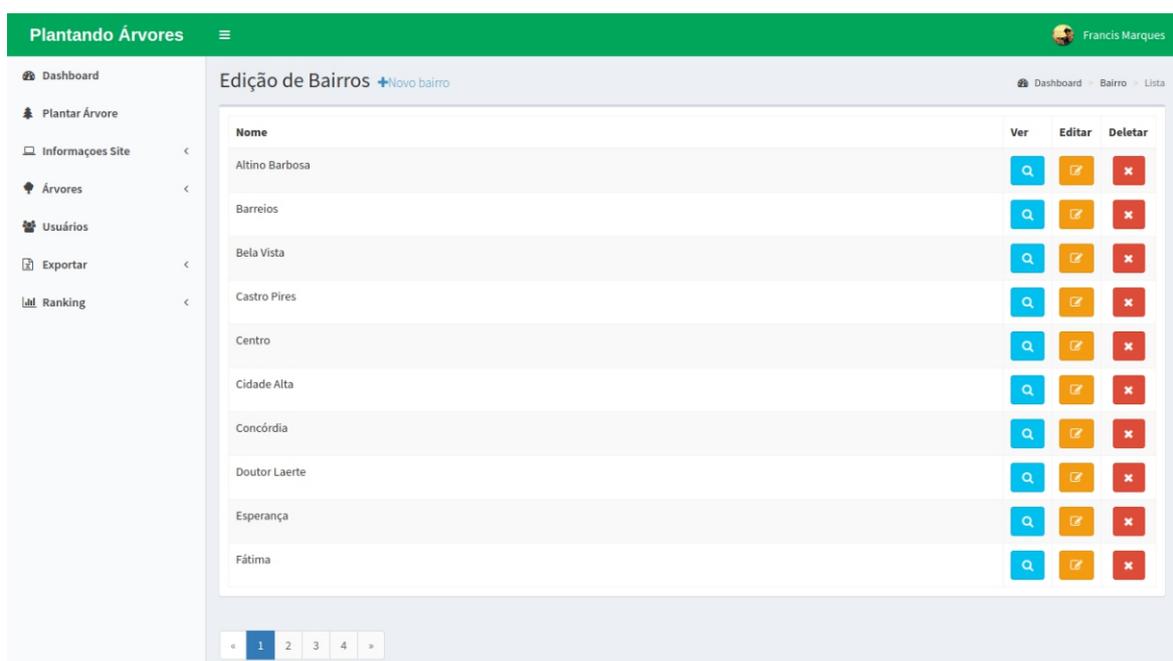


Figura 26 – Relação de bairros cadastrados no sistema

3.3.4 Usuários

O usuário administrador tem a opção de visualizar dados de todos os usuários cadastrados no sistema, como demonstrado na Figura 27. Dentro das atribuições do administrador também é dar permissão para outros usuários terem a mesma atribuição. O administrador deve procurar o usuário dentro da lista dar as permissões.

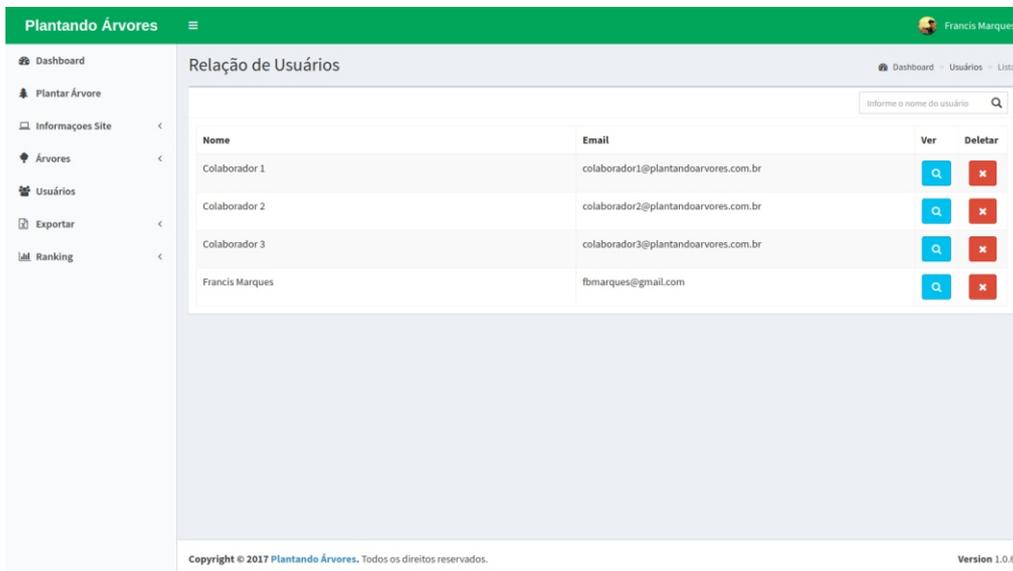


Figura 27 – Página com relação de usuários cadastrados

Para dar permissão para um usuário como administrador, após a escolha do usuário as informações do mesmo são apresentadas como na figura 28. O administrador deverá clicar no botão de cor verde, tornar Administrador. Após essa opção o usuário poderá acessar as funções de atribuição do administrador.

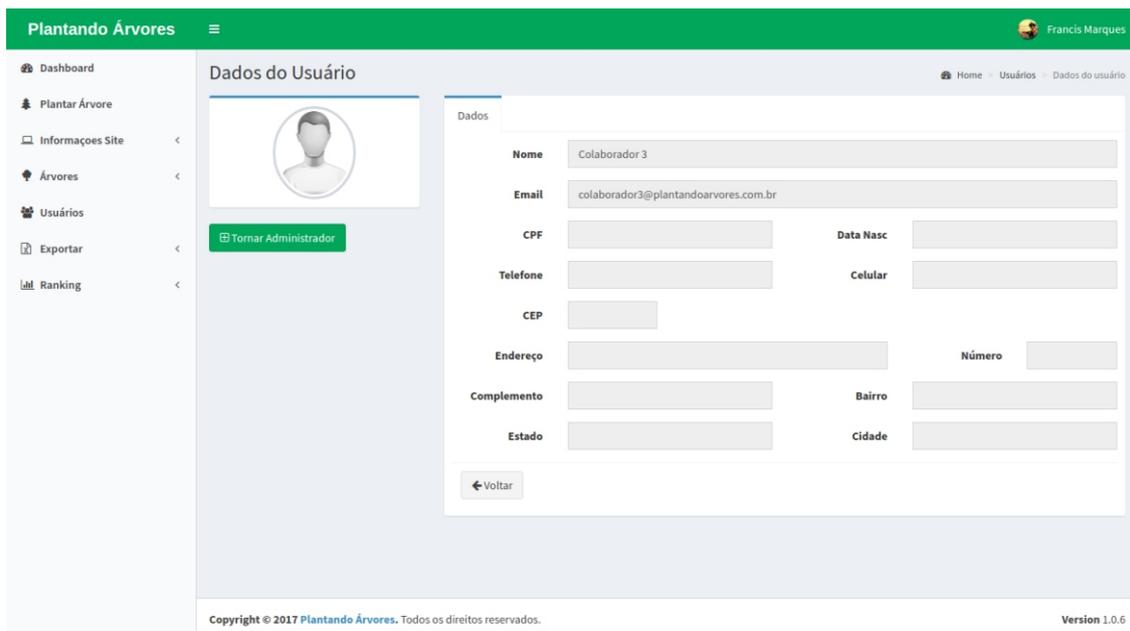


Figura 28 – Exemplo de página para tornar usuário administrador

Os usuários podem inserir alguns dados pessoais no sistema, como pode ser visto na Figura 29. Esses dados não são solicitados no ato do cadastro no sistema. Nenhum dos dados são obrigatórios, mas caso seja necessário poderá passar a ser, via programação. Os usuários também podem alterar a senha sempre que tiverem necessidade.

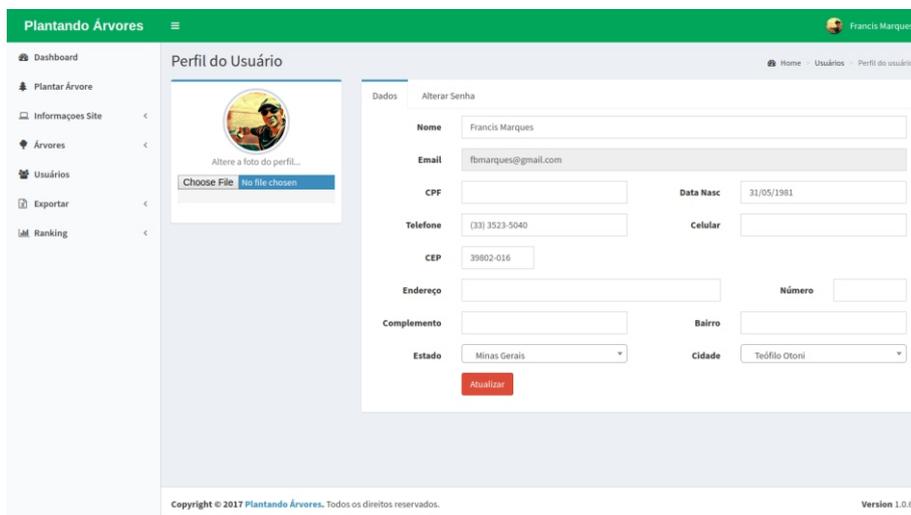


Figura 29 – Dados do perfil do usuário

3.3.5 Exportar

O como já explicado na item 2.2 o sistema permite exportar dados e formato csv. No momento apenas as árvores inseridas no sistema estão disponíveis para exportação em arquivo csv. Sob demanda o administrador tem a possibilidade criar exportação de outras informações e também outros formatos.

3.3.6 Ranking

A função de *ranking* serve para mostrar aos usuários administradores como anda o projeto. Na Figura 30 está representado um exemplo de *ranking* de árvores por espécie. Outras opções podem ser criadas sob demanda.

Nome Popular	Nome Científico	Quantidade	%
SEM_ESPECIE	SEM_ESPECIE	1475	82.45
Oiti	Licania tomentosa	115	6.43
Sibipiruna	Caesalpinia pluviosa	33	1.84
Dama da Noite	Cestrum nocturnum	31	1.73
Monjoleiro	Senegaliapolyphylla	30	1.68
Figueira Benjamim	Ficus benjamina	12	0.67
Flanboyant	Delonix regia	11	0.61
Palmeira	Arecaceae	11	0.61
Oleandro	Nerium oleander	8	0.45
Ipê Roxo	Handroanthus impetiginosus	8	0.45
Chapéu de Sol	Terminalia catappa	7	0.39
Quaresmeira	Tibouchina granulosa	7	0.39
Cássia Chuva de Ouro	Cassia ferruginea	5	0.28
Sombreiro	Clitoria fairchildiana	4	0.22
Cássia Amarela	Vachellia farnesiana	4	0.22
Escova de Garrafa	Callistemon citrinus	4	0.22

Figura 30 – Exemplo de *ranking* de árvores por espécie

3.4 Aplicativo para mapeamento arbóreo

O Framework possui um aplicativo desenvolvido para celulares com tecnologia *Android*. No projeto os administradores do mesmo podem definir as ruas da cidade que irão fazer o mapeamento das árvores. Com o aplicativo instalado em um aparelho de celular, o usuário irá se aproximar da árvore e clicará no botão receber coordenadas.

O aplicativo irá utilizar do GPS do aparelho de celular e irá capturar as coordenadas do local. Na Figura 31 temos a representação da tela do celular com as coordenadas capturadas. O próximo passo é clicar em utilizar as coordenadas. O aplicativo irá salvar a imagem e esperar o usuário solicitar enviar ao servidor, como pode ser notado na Figura 32. O usuário também pode descrever a espécie da árvore, para facilitar o trabalho de identificação.

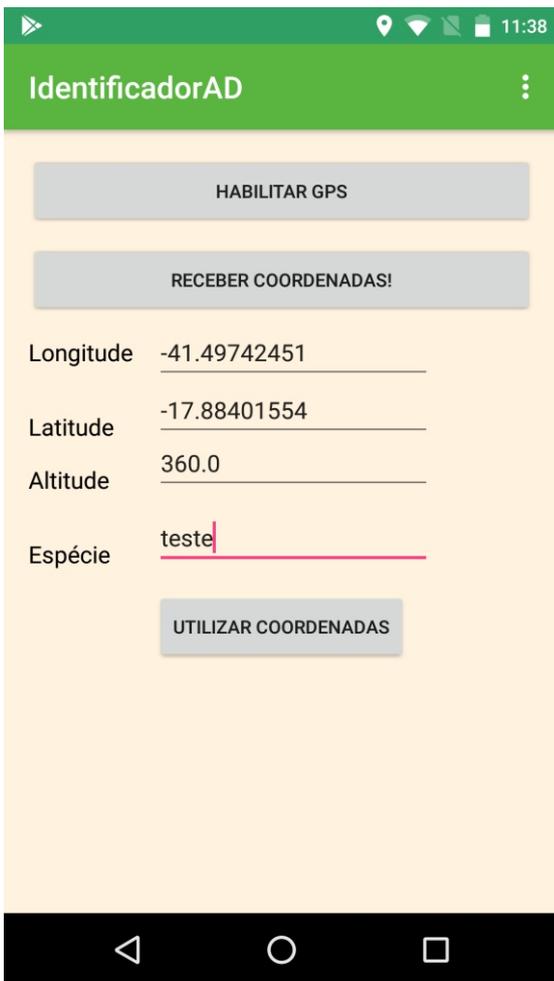


Figura 31 – Exemplo de tela do aplicativo com dados de captura de uma árvore

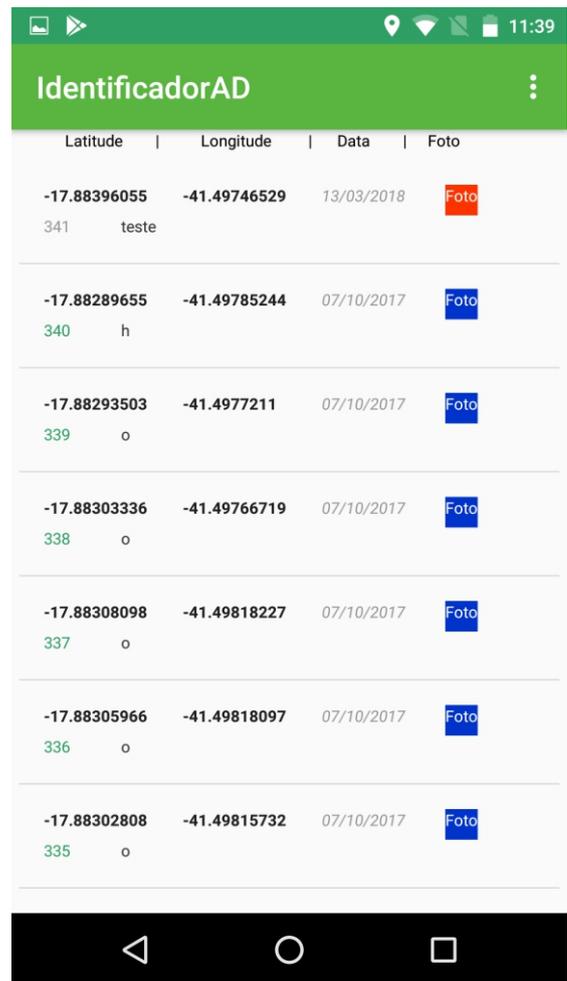


Figura 32 – Exemplo de tela do aplicativo de celular com as árvores já mapeadas

Após receber os dados o usuário irá clicar em utilizar coordenadas. A câmera do aparelho irá se abrir e o usuário irá tirar uma foto da árvore, na Figura 33 temos a representação de uma foto tirada pelo aplicativo. Os dados coletados são enviados para o servidor onde está hospedado o Framework.



Figura 33 – Exemplo de tela do aplicativo com foto de uma árvore mapeada

3.4.1 Identificação de espécies

As informações das árvores mapeadas utilizando o aplicativo são enviadas para servidor sem a identificação de espécie. A identificação deve ser feita por um profissional com conhecimento de espécies, já para fazer o mapeamento não há necessidades de um profissional com conhecimento de espécies. Na Figura 34 há uma representação da funcionalidade de identificação de uma árvore. O administrador do sistema irá disponibilizar um *link* para a identificação das árvores mapeadas.

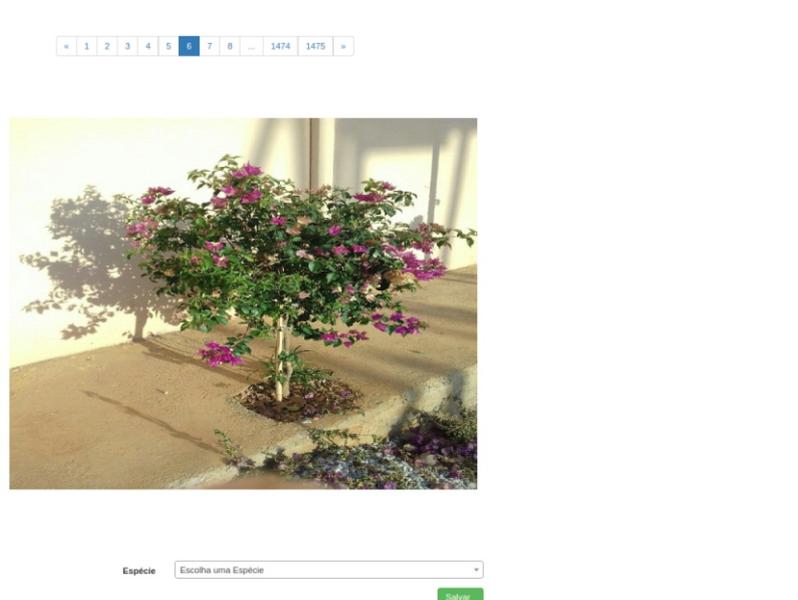


Figura 34 – Exemplo de árvore sem identificação de espécie

A identificação das espécies é um ponto importante para o funcionamento do Framework. Quando as árvores são identificadas, de maneira correta, as informações dos mapas e estatísticas são demonstradas de forma correta. Quando não ocorre a identificação das árvores, as mesmas ficam no sistema como sem espécie, atrapalhando as estatísticas do projeto.

4. Validação do projeto

Para validar o desenvolvimento do Framework, foram realizados testes com o auxílio de alunos bolsistas do projeto de extensão do IFNMG. Assim, foram mapeadas 1185 árvores, em 5 bairros na cidade de Teófilo Otoni/MG, utilizando o aplicativo desenvolvido para aparelhos de celular com tecnologia Android. Além disso, também foram executados testes de importação de arquivos com informações georreferenciadas.

No bairro Marajoara, as coordenadas geográficas das árvores foram repassadas por Reis e Santos (2017), resultado de um trabalho de graduação, orientado pelo Prof. Dr. Rafael Alvarenga Almeida. Deste modo, foi disponibilizado um arquivo em formato *csv*, com 550 árvores mapeadas para o trabalho. Portanto, o arquivo foi importado diretamente no banco de dados.

O processo de solicitação de árvores não pode ser executado em produção, já que é necessária uma autorização da câmara municipal para o plantio de árvores. Desta forma, não houve tempo suficiente para execução de testes em campo. Por conseguinte, os testes foram executados apenas no sistema, não havendo o plantio de árvores na cidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da ferramenta desenvolvida, o cidadão terá um ambiente para solicitar o plantio de árvores. Assim, o plantio será feito de forma correta, utilizando uma espécie adequada para o local. Dessa forma, o plantio sendo executado de forma correta, a hipótese da árvore ter uma longa vida é muito grande. Sendo assim, a espécie também não atrapalhará o fluxo viário e o abastecimento de serviços, como de água e luz.

A implantação do serviço de mapeamento de árvores, permitirá aos cidadãos acompanhar as áreas verdes urbanas. Dessa forma, com mapas plotados no sítio disponível na *internet*, o cidadão poderá acompanhar de forma *online* o mapeamento. Assim, campanhas podem ser criadas entre os bairros, para envolver os moradores em um processo de arborização e manutenção das árvores existentes.

O uso das informações georreferenciadas, contribuirá com o meio público e privado. Com isso, empresas do ramo de energia, telecomunicações e abastecimento de água, podem consumir as informações e aplicar planos de adequação e melhorias de seus serviços. Dessa forma, a troca de informações sobre locais onde há necessidade e concentração demasiada de árvores será de grande valia para a cidade.

Diferente de outros sistemas que estão no mercado, o Framework Plantando Árvores é totalmente gratuito, de fácil implantação e totalmente pronto para receber adequações e melhorias. Com isso, as cidades podem compartilhar os seus desenvolvimentos, particularidades e experiências, consequentemente o Framework pode ser considerado como colaborativo.

Como trabalhos futuros poderá ser criada uma ferramenta que permita a realização de um diagnóstico das árvores do município. Permitindo assim, inserção de dados com uma análise completa, com características da saúde de cada árvore. De certo, o gerenciamento das informações podem propiciar ações ágeis para o tratamento e manutenção das árvores, reduzindo com isso o risco de queda e morte das árvores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. S. de. Planejamento, Implantação, Monitoramento e Manutenção de Arborização Urbana. Joinville/SC: Clube de Autores, 2015.
- BARTON, J.; PRETTY, J. What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. *Environmental science & technology*, v. 44, n. 10, p. 3947–3955, 2010.
- DALL'OGGIO, P. PHP Programando com Orientação a Objetos. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. de. Árvores para o Ambiente Urbano. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2017.
- LIMA NETO, E. M. de. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE CURITIBA, PR. 2011. 115 p. Dissertação (Pós- Graduação em Engenharia Florestal) — Universidade Federal do Paraná.
- MCGONIGAL, J. A realidade em jogo: por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.
- MORAES, L. A.; RIBEIRO, R.; MACHADO, B. A ARBORIZAÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE TIMON/MA: INVENTÁRIO, DIVERSIDADE E DIAGNÓSTICO QUALI-QUANTITATIVO. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 9, n. 4, p. 80–98, 2015.
- PARK, T. H.; DORN, B.; FORTE, A. An Analysis of HTML and CSS Syntax Errors in a Web Development Course. *TOCE*, v. 15, n. 1, p. 4–, 2015. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2700514>>.
- PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. da. Arborização Urbana - Boletim Acadêmico: Série Arborização Urbana. Jaboticabal, São Paulo, 2002.
- REIS, K. T. A.; SANTOS, M. R. dos. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO BAIRRO MARAJOARA, NA CIDADE DE TEÓFILO OTONI – MG COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO. 2017. 55 p. Monografia (Engenharia Civil) — UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI.
- RINK, D.; ARNDT, T. Investigating perception of green structure configuration for afforestation in urban brownfield development by visual methods—A case study in Leipzig, Germany. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 15, p. 65–74, 2016.
- SÃO PAULO. Manual técnico de arborização urbana. São Paulo, 2015.
- SEABORN, K.; FELLS, D. I. Gamification in theory and action: A survey. *Human-Computer Studies*, v. 74, p. 14–31, 2015.
- SILVA, A. G. da. Avaliando a Arborização Urbana. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2017.
- SIYAG, P. R. Afforestation, Reforestation and Forest Restoration in Arid and Semi-arid Tropics: A Manual of Technology & Management. Nova Iorque: Springer, 2013.
- VASCONCELOS, K. D. M. Arborização urbana e sua implantação em condomínio residencial. 1. ed. Porto Alegre/RS: Simplíssimo, 2017.

A DIALÉTICA TEORIA E PRÁTICA NA MODALIDADE A DISTÂNCIA

Priscila Bernardo Martins
Universidade Cruzeiro do Sul

, Juliano Schimiguel
Universidade Cruzeiro do Sul

Carlos Adriano Martins
Universidade Cruzeiro do Sul

RESUMO

Diversas instituições de ensino superior fazem há algum tempo uma conciliação de disciplinas presenciais e online, como também é expressivo e crescente o número de Polos de apoio das IES que oferecem cursos de graduação, exclusivamente, na modalidade a distância. Este artigo tem por objetivo apresentar uma proposta de oferecimento das disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado e Práticas de Ensino de um curso de licenciatura, ofertadas na modalidade a distância, utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem. Para tanto, nos propusemos a desenvolver uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico, no sentido de buscar compreensão sobre a temática pesquisada. Como resultados observamos que o AVA apresenta recursos de comunicação e socialização, de forma síncrona e

assíncrona, que permitem que os estudantes possam refletir sobre as propostas de discussões e acerca dos registros dos demais participantes. Nas disciplinas, os tutores atuam na mediação das discussões e possibilitam que eles reflitam e aprendam juntos. O oferecimento das disciplinas de Prática de Ensino e Estágio na modalidade a distância pode superar alguns desafios impostos no presencial, especialmente no que diz respeito ao seu design. O AVA permite o oferecimento de recursos primordiais para que as competências determinadas no Projeto Pedagógico do curso possam ser desenvolvidas.

Palavras-chave:

Práticas de ensino; EaD; Formação docente.

ABSTRACT

Several higher education institutions have been reconciling face-to-face and online disciplines for some time, as well as the number of HEI support hubs that offer undergraduate courses exclusively in distance learning. This article aims to present a proposal to offer the disciplines of Supervised Curricular Internship and Teaching Practices of a degree course, offered in the distance mode, using the Virtual Learning Environment. To this end, we set out to develop a qualitative research of a bibliographic nature, in the sense of seeking understanding about the researched theme. As a result, we observed that the VLE has communication and socialization resources, in a synchronous and

asynchronous way, which allow students to reflect on the proposals for discussions and on the records of the other participants. In the disciplines, tutors mediate discussions and allow them to reflect and learn together. The offering of the Teaching and Internship Practice disciplines in distance learning can overcome some challenges imposed in person, especially with regard to its design. The AVA allows the offering of essential resources so that the skills determined in the Pedagogical Project of the course can be developed.

Keywords:

Teaching practices; EaD; Teacher training.

INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD), nas últimas décadas, vem desempenhando um papel importante ao viabilizar o acesso a formação inicial. Face aos atuais desafios que se colocam a educação, as instituições de ensino tem buscado formar cidadãos críticos, reflexivos, conscientes e participativos. Para tal, a modalidade a distância não poderia ficar alheia a esta realidade.

A oferta de cursos na modalidade a distância vem crescendo exponencialmente no Brasil e no mundo, as IES têm mostrado uma preocupação em desenvolver cursos com interfaces interativas de qualidade, com ênfase na interação, nos conteúdos condizentes com a sociedade atual e estratégias de oferecimento de tal modo que leve o conhecimento e a formação a quem precisa, em termos de conteúdo, tempo, espaço e processos, sendo um fator importante de inclusão social e digital.

Diversas instituições de ensino fazem há algum tempo uma conciliação de disciplinas presenciais e *online* nos Cursos Superiores, como também é expressivo e crescente o número de Polos de apoio parceiros das Instituições de Ensino que oferecem cursos em nível de graduação na modalidade a distância.

Essa frenética expansão, levou em 2018, que o Ministério da Educação publicasse a portaria número 1.428, que dispõe acerca da oferta, de disciplinas na modalidade a distância em cursos a nível de graduação presenciais, por instituições de Ensino Superior- IES, devidamente credenciadas por este Ministério. Por sua vez, a portaria dispõe:

Art. 2º As IES que possuam pelo menos 1 (um) curso de graduação reconhecido poderão introduzir a oferta de disciplinas na modalidade a distância na organização pedagógica e curricular de seus cursos de graduação presenciais regularmente autorizados, até o limite de 20% (vinte por cento) da carga horária total do curso (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2018, p.1).

Esta portaria, também dispõe em seu artigo 3º, que este limite de 20% poderá ser ampliado para até 40%, contudo, deve atender alguns requisitos, como estar credenciada nas modalidades presencial e a distância e possuir conceito institucional superior a 4, entre outros.

Neste sentido, compreendemos que as disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado e Práticas de Ensino, obrigatórias nas grades dos cursos de Licenciaturas, podem ser ofertadas totalmente na modalidade a distância. Isso porque, o Ambiente Virtual de Aprendizagem apresenta interfaces digitais que potencializam a comunicação e a aprendizagem colaborativa.

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo apresentar uma proposta de oferecimento das disciplinas de Estágio Curricular Supervisionado e Práticas de Ensino do curso de Licenciatura presencial, ofertadas dentro da modalidade a distância, utilizando o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

Para tanto, nos propusemos a desenvolver uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico, no sentido de buscar compreensão sobre a temática pesquisada. Segundo Gil (2008, p.50), *“a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”*.

Desse modo, para a construção do quadro teórico, este estudo se desenvolveu a partir de leituras de referenciais teóricos, especialmente, em documentos oficiais, livros e artigos científicos, que tratam do Estágio Curricular Supervisionado e da Prática de Ensino. A proposta também foi idealizada partir das experiências da pesquisadora na época de estudante nos cursos de Licenciaturas: (1) Pedagogia na modalidade presencial e (2) Matemática na modalidade a distância, como também por meio das experiências como tutora nessas disciplinas na EAD.

Passamos adiante para a próxima seção, na qual apresentamos uma breve discussão sobre Estágio Curricular Supervisionado e a Prática de Ensino.

DESENVOLVIMENTO

O Estágio Curricular Supervisionado e a Prática de Ensino

O Estágio Curricular Supervisionado é a inserção do estudante na sua futura profissão, possibilitando uma preparação maior para enfrentar os desafios do futuro exercício profissional na sociedade contemporânea (MARTINS, 2017). Sobre isso, autores como Pimenta e Almeida (2014) apontam alguns aspectos imprescindíveis para esta aproximação com o futuro campo de atuação:

[...]para uma real aproximação com o futuro campo profissional é necessário que os estudantes levem dados, observem a prática de profissionais mais experientes, reflitam, analisem, conceituem, busquem articular as teorias estudadas com as situações práticas, procurem articular os vários elementos que estão percebendo na realidade observada de modo que avancem no seu desenvolvimento pessoal e na constituição dos seus estilos de atuação[...]. (PIMENTA; ALMEIDA, 2014, p.29)

Mizukami (2006) destaca que o estudante que está em situação de estágio, e bem amparado pelos sujeitos envolvidos no processo formativo, apresenta maior competência para estabelecer aproximações teoria-prática-teoria, tornar-se mais confiante no que diz respeito ao processo de aprender a ensinar e é mais eficaz ao transpor o que está aprendendo nos cursos em prática.

Cury (2003) também nos apresenta cinco metas atreladas ao conceito de Estágio Curricular Supervisionado:

1. Conhecer o real em situação.
 2. Fazer crescer o interesse pela área.
 3. Verificar se os conhecimentos adquiridos são pertinentes à área.
 4. Articular-se com o mercado de trabalho.
 5. Comparar programas de estudos face às diferentes necessidades da sociedade.
- (CURY, 2003, p. 118)

Mais especificamente, o autor argumenta ainda, que o Estágio seja conduzido para prática educativa por um profissional muito mais experiente, com o intuito de interferir e garantir a qualidade na formação do futuro professor, articulando-o entre o saber e o fazer.

A lei nº. 11.788, aprovada pelo Congresso Nacional, em 2008, veio dispor um novo conceito de estágio ao explanar no seu artigo 1º:

Art. 1o Estágio é ato educativo escolar supervisionado, desenvolvido no ambiente de trabalho, que visa à preparação para o trabalho produtivo de educandos que estejam frequentando o ensino regular em instituições de educação superior, de educação profissional, de ensino médio, da educação especial e dos anos finais do ensino fundamental, na modalidade profissional da educação de jovens e adultos.

No que diz respeito a Prática de Ensino, Barreiro e Gebran (2015) explicitam que ela é constituída por um conjunto de saberes que perpassam os conhecimentos específicos. Segundo estes autores, a teoria é posta como princípio relevante na formação do professor ao viabilizar múltiplas convicções para uma ação contextualizada, mecanismos de análises para que os professores entendem os contextos históricos, sociais, culturais, estruturais e a si próprios, enquanto profissionais.

Nesse sentido, acreditamos que é primordial que os professores exerçam a prática e ação pedagógica com reflexão, ressignificando seus conhecimentos e crenças, uma vez que definem as atividades implícitas que vêm sendo desenvolvidas nos contextos de ensino. Neste sentido, concordamos com Pimenta e Lima (2012), p. 43, quando afirmam que a função das teorias é orientar e oferecer recursos e esquemas para a investigação, que *“permitem questionar as práticas institucionalizadas e as ações dos sujeitos e, ao mesmo tempo, colocar elas próprias em questionamento, uma vez que as teorias são explicáveis sempre provisórias da realidade”*

Frente ao exposto, é importante destacar que a disciplina de Prática de Ensino, considerada como elo de nexos entre teoria e prática, é oferecida apenas na segunda metade dos cursos de Licenciaturas, conforme prevê as disposições da Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Mas, por outro lado, a própria resolução apresenta em seu artigo 13 inciso 2º, que a Prática na formação do professor poderá ser valorizada com Tecnologias da informação, vídeos, narrativas orais e escritas de professores, produções de estudantes, situações simuladoras e estudos de casos,

Corroborando com esta resolução, entendemos que, na sua dimensão formativa, a Prática de Ensino deve compreender não somente a teoria, mas sim a correlação com o Estágio. Com este propósito, apresentamos, a seguir, a proposta de um desenho das disciplinas de Estágio e Prática de Ensino dos Cursos Superiores Presenciais serem desenvolvidas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem favorecido de interfaces digitais de comunicação que podem contribuir para a formação de professores mais reflexivos, críticos, criativos, proativos, responsáveis e colaborativos, qualificados a lidar com as demandas e os desafios do século XXI.

As disciplinas de Estágio e Práticas de Ensino do Curso Presencial na perspectiva da Modalidade a Distância.

As disciplinas “Prática de Ensino e Estágio Curricular Supervisionado”, comumente, possuem cargas-horárias distintas nas instituições de ensino, no entanto, são idealizadas para os estudantes possam cursá-las juntas, no mesmo semestre letivo, num movimento contínuo entre o saber e o fazer.

No entanto, de acordo com nossas experiências anteriores, é comum que os professores designados como orientadores de estágio, nos cursos presenciais, destinem o tempo de ambas as disciplinas apenas para fins burocráticos, sem que haja tempo suficiente para abordar as múltiplas dimensões do ofício de ser professor, nem viabilizar um processo gradativo de aprendizado.

Nesta perspectiva, acreditamos que essas disciplinas podem ser ofertadas na modalidade a distância, com o apoio de AVAs, sendo a “Prática de Ensino” destinada as discussões e reflexões sobre a complexidade do fazer educacional, tomando como ponto de partida as experiências advindas no processo de estágio e a disciplina de “Estágio Curricular Supervisionado” reservada para o cumprimento das exigências institucionais: entrega de documentos comprobatórios e esclarecimento de dúvidas quanto à realização do estágio.

Ao nosso ver, o AVA pode viabilizar aos integrantes uma estreita comunicação e socialização com colegas de curso, com o tutor e com o professor responsável pela disciplina, como também com os conteúdos teóricos disponibilizados no próprio ambiente, entre outros recursos de interações.

Para isto, é preciso levar em consideração alguns aspectos relevantes como a linguagem, recursos multimídias, as propostas de atividades e os espaços de interações.

Ao nosso ver, a linguagem deve ser dialógica, de proximidade e acessível, buscando sempre a afetividade neste processo de aprendizagem.

Os materiais referenciais da disciplina de Prática de Ensino e o manual de estágio precisam ser de fácil compreensão pelos estudantes para que o processo de orientação seja eficiente e diretivo.

Comumente, embora não seja considerado componente obrigatório na legislação atual de estágio, na disciplina de Estágio Curricular Supervisionado, algumas instituições de ensino exigem um relatório final, assim, é papel do tutor responsável disponibilizar aos estudantes relatórios de referências, como também vídeos curtos como se fossem roteiros, no sentido de esclarecer antecipadamente as dúvidas que por ventura surgirem, oportunizando maior qualidade na redação do relatório.

Um dos grandes desafios para os estudantes nesta fase refere-se a questões de formatação e estruturação do texto. Embora os estudantes tenham nas matrizes curriculares dos cursos uma disciplina de Metodologia de Pesquisa Científica, que orienta a escrita e formatação das produções acadêmicas, é expressivo o número de estudantes com dúvidas a este quesito. Assim, com a disponibilidade de esquemas de referência, há uma facilitação no tratamento de tais aspectos.

Os recursos multimídias, por sua vez, oferecem um relevante apoio para ilustrar tais conceitos. Vídeos de apoio de curta duração, imagens, mapas conceituais e mentais, contribuem para que os estudantes possam visualizar o que está sendo proposto. Como na modalidade à distância não há contato físico entre tutor e estudante, tais ilustrações também facilitam a compreensão.

As videoconferências também são importantes recursos para viabilizar as discussões sobre a teoria e prática, onde os estudantes têm a oportunidade de articular as situações práticas de sala de aula, com os conhecimentos teóricos oriundos da Universidade, numa perspectiva crítica reflexiva. Ademais, este recurso valioso permite o esclarecimento de dúvidas pertinentes ao estágio. Ao nosso ver, estes encontros síncronos são substanciais, especialmente em razão de promover uma maior interação entre o tutor e os estudantes.

Ademais, as discussões fomentadas a partir dos fóruns também propiciam a interseção entre a teoria e a prática, pois são excelentes recursos para averiguar a participação e o envolvimento dos estudantes no desenvolvimento do estágio. Fóruns informais para a socialização e compartilhamento de experiências vivenciadas no estágio também são bem vindos.

Uma das críticas ao modelo de educação a distância diz respeito ao pouco desenvolvimento de habilidades interpessoais. Em contrapartida, viabilizar espaços para a interação informal dos estudantes, e também com os tutores, pode diminuir esta limitação.

O blog também é um importante repositório de informações e reflexões e pode ser empregado na disciplina de Estágio, uma vez que possibilita que os estudantes registrem todas as fases do estágio até a sua finalização, refletindo, assim, sobre a prática observada pelos professores mais experientes.

Dentre outras possibilidades de interações asseguradas por Ambientes Virtuais de Aprendizagens podemos também citar o recurso de comunicação “mensagem”. Esse espaço de comunicação

assíncrona tem a finalidade de promover a interação entre o estudante e o tutor responsável pela disciplina, permitindo uma mediação individualizada. Convém enfatizar que as mensagens enviadas e recebidas poderão ser consultadas, a qualquer momento, sem que seja combinado uma hora, durante todo o processo de estágio.

Uma proposta de protótipo para a disciplina de Prática de Ensino na modalidade EaD em cursos de licenciaturas presenciais

Como dito anteriormente, na disciplina de Estágio Curricular Supervisionado, os estudantes cumpririam as exigências burocráticas institucionais, tais como entrega de documentos, como também esclareceriam as dúvidas com relação a este processo.

Em se tratando da disciplina de Prática de Ensino, a figura, a seguir, representa, de modo esquemático, as etapas da proposta, em conformidade os recursos disponíveis em um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

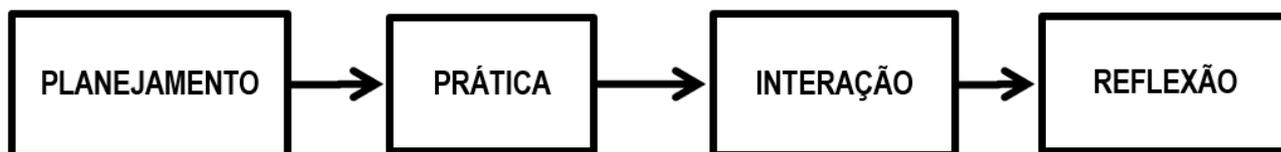


Figura 1. Esquema da proposta
Fonte: elaborado pelos autores

Na seção planejamento, os estudantes com a mediação do professor tutor poderiam elaborar um protocolo sobre o que observar no estágio, de acordo com o nível de ensino da disciplina. Este planejamento inicial poderia ocorrer por meio de uma Webconferência coletiva.

Na seção prática, os estudantes iriam a campo de estágio de posse ao protocolo observacional. Este protocolo seria preenchido e postado no fórum de discussão.

Em se tratando da seção interação, os estudantes participariam dos fóruns de discussões para destacarem as dificuldades sentidas e os aspectos mais relevantes que observaram em campo de estágio, tendo por referência o protocolo observacional.

Por fim, na seção de reflexão, os estudantes, por meio de uma Webconferência, refletiriam criticamente a respeito dos aspectos primordiais apontando no fórum de discussão. O professor tutor ficaria responsável em coletar os dados do fórum e fomentar uma discussão a partir da seleção dos aspectos mais marcantes deste processo de formação inicial.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo apresentar algumas características conceituais do Estágio Curricular Supervisionado e da Prática de Ensino, bem como apresentar uma proposta de oferecimento dessas disciplinas do curso de Licenciatura presencial, ofertadas dentro da modalidade a distância, utilizando o AVA.

Com a revisão de literatura, foi possível identificar que, fundamentalmente, o estudante que está em situação de estágio, e bem amparado pelos sujeitos envolvidos neste processo formativo, apresenta maior capacidade para estabelecer relações teoria-prática-teoria, tornar-se mais confiante em se tratando do processo de aprender a ensinar e é mais eficaz ao colocar o que está aprendendo em prática.

Vimos que, o AVA apresenta recursos de comunicação e socialização, de forma síncrona e assíncrona, que permitem que os estudantes possam refletir sobre as propostas de discussões e acerca dos registros dos demais participantes. Nas disciplinas, os tutores atuam na mediação das discussões e possibilita que eles reflitam e aprendam juntos.

Observamos que o oferecimento das disciplinas de Prática de Ensino e Estágio Curricular Supervisionado na modalidade a distância pode superar alguns desafios impostos no presencial, especialmente no que diz respeito ao seu design. O AVA permite o oferecimento de recursos primordiais para que as competências determinadas no Projeto Pedagógico do curso possam ser desenvolvidas. No entanto, estes recursos não garantem a interação, é preciso pensar em estratégias didáticas para o uso adequado das interfaces disponíveis. Os tutores precisam estar preparados para atuar no AVA, fazendo um bom planejamento didático de qualquer situação do processo de aprendizagem a distância.

Compreendemos, que é importante estar sempre revendo aspectos como linguagem, uso de recursos multimídias, tipos de atividades propostas e espaços para as discussões, pois são estratégias fundamentais que podem assegurar a formação dos futuros professores. Assim, o AVA pode ser um espaço significativo efetivos para o apoio à aprendizagem.

Na era do conhecimento, é preciso investir em modelos de disciplinas com interfaces de comunicação de alta qualidade, ou seja, seguras, interativas e eficientes, privilegiando a interatividade como aspecto fundamental para a aprendizagem.

Compreendemos que o modelo proposto pode ser efetivo e o ponto de partida para os professores tutores, mas depende fundamentalmente da atitude positiva destes profissionais com relação aos recursos disponíveis, bem como a aceitação e o engajamento dos estudantes neste processo de ensino e aprendizagem.

Consideramos que nossos objetivos foram alcançados, no sentido de mostrar à comunidade acadêmica, em especial à comunidade EAD, a importância das disciplinas serem ofertadas na modalidade a distância, o modo como o AVA pode apoiar na realização do estágio e na formação inicial de professores, mas especialmente na conscientização dos atores do processo sobre a necessidade de alinhamento entre as necessidades formativas dos estudantes e os materiais, estratégias de ensino e interações no AVA.

REFERÊNCIAS

- BARREIRO, Iraíde Marques de Freitas; GEBRAN, Raimunda Abou. Prática de ensino: elemento articulador da formação do professor. IN: BARREIRO, Iraíde Marques de Freitas; GEBRAN, Raimunda Abou. Prática de ensino e estágio supervisionado na formação de professores. São Paulo: Avercamp, 2006.
- BRASIL. Lei nº 11.788, de 25 de setembro de 2008. Dispõe sobre o estágio de estudantes e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de set. 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Referenciais para elaboração de material didático para EaD no Ensino Profissional e Tecnológico. 2007. Disponível em Acesso em: 15 Abril 2017.
- BURIOLLA M. A. F. O estágio supervisionado. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- CARVALHO, J. G. Modelo de comunidade de inquirição: a presença social mediada pela prática da tutoria em uma disciplina on-line. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.
- GHEDIN, Evandro; ALMEIDA, Maria Isabel de; LEITE, Yoshie Ussami Ferrari (2008). Formação e professores: caminhos e descaminhos da prática. Brasília: Líber Livro Editora.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. MALHEIROS, Bruno Taranto. Metodologia da Pesquisa em Educação. Rio de Janeiro: LTC, 2011, 2 ed, p. 81 a 85.
- GIL, Antônio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MARTINS, P. B. O Estágio Curricular Supervisionado: um panorama de produções do XII Encontro Nacional de Educação Matemática- ENEM. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2017.
- MIZUKAMI, M.G.N. Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas. In NACARATO, A.M. A formação do professor que ensina Matemática: perspectivas e pesquisas. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.
- NASCIMENTO, J. C. P. Formação inicial de pedagogos para ensinar matemática: constatações, reflexões e desafios do estágio curricular. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.
- OLIVEIRA, Sheila da Costa; FILHO, Gentil José de Lucena. Animação de fóruns virtuais de discussão: novo caminho para a aprendizagem em EAD via web. In: Novas tecnologias na Educação. v. 4. n. 2. CINTED-UFRGS. Dezembro, 2006. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2006/artigosrenote/25159.pdf>. Acesso em: 12 Abril. de 2017.
- PIMENTA, S. G. O estágio na formação de Professores: Unidade teoria e prática? 9 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

REALIDADE AUMENTADA MOBILE: POTENCIALIDADES EM ATIVIDADES EDUCACIONAIS NO ENSINO MÉDIO

Wilson Vanucci Costa Lima

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

Felipe Becker Nunes

Antonio Meneghetti Faculdade -AMF

Cesar de Oliveira Lobo

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida através de um projeto de extensão da Universidade Federal de Santa Maria. Para a realização do trabalho, houve uma intervenção na Escola Estadual de Educação Básica Dom Antônio Reis de Faxinal do Soturno – RS, através de implementações de atividades educacionais empregando TDIC, a exemplo, Realidade Aumentada Mobile. A intervenção foi realizada em duas turmas de primeira série do Ensino Médio, totalizando 38 alunos e o objetivo de investigar dificuldades expostas por alunos do ensino médio ao utilizarem Realidade Aumentada Mobile (RAM) em relação a usabilidade. A

presente pesquisa é de caráter qualitativo exploratória do tipo estudo de caso, sendo que foram utilizados questionários realizados a priori para análise dos dados. A aceitação dos alunos ao utilizarem RAM é motivador, mas a maior dificuldade evidenciada na pesquisa em relação a operabilidade e acessibilidade ao utilizar da mídia está atrelada ao acesso limitado à internet para explorar as diferentes funcionalidades da mídia educacional.

Palavras-chave:

Realidade Aumentada; Mobile; Educação; Ensino médio.

ABSTRACT

This research was developed through an extension project at the Federal University of Santa Maria. To carry out the work, there was an intervention at the State School of Basic Education Dom Antônio Reis de Faxinal do Soturno - RS, through the implementation of educational activities using TDIC, for example, Augmented Reality Mobile. The intervention was carried out in two classes of first grade of High School, totaling 38 students and the objective of investigating difficulties exposed by high school students when using Augmented Reality Mobile (RAM) in relation to usability. The present research is of an exploratory

qualitative character, of the case study type, and questionnaires carried out a priori were used for data analysis. The acceptance of students when using RAM is motivating, but the greatest difficulty evidenced in the research regarding operability and accessibility when using the media is linked to limited access to the internet to explore the different functionalities of educational media.

Keywords:

Augmented Reality; Mobile; Education; High school.

INTRODUÇÃO

Uma das características das matérias das ciências em geral, a exemplo da Física, é o nível de dificuldade para o correto entendimento dos fenômenos e conceitos. Isso se deve ao fato de que os alunos precisam lidar com conceitos abstratos e, algumas vezes, de conceitos contra intuitivos que exigem um elevado grau de capacidade para perceber e aplicar relações entre fenômenos e símbolos científicos (ANDRIOLI; CAVALCANTE, 1999). Em consequência disso, muitos estudantes acabam não compreendendo a ligação do conteúdo com a vida real. Esta dificuldade pode ser tratada, em parte, com a introdução metodológica de atividades experimentais mediadas por tecnologias na educação que auxiliem os estudantes a entenderem a ligação entre a Física e o cotidiano.

Quando tratamos de tecnologia na educação, somos impelidos a entender a questão com uso de aparelhos computadorizados como ferramenta em ambientes educacionais. Essa correlação existe, pois, esses aparelhos possibilitam o uso de funcionalidades presentes em apenas um veículo tecnológico, a exemplo de aparelhos celulares, que são multifuncionais.

O tópico da integração curricular das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) tem sido objeto de inúmeras experiências pedagógicas, projetos de intervenção e/ou investigação de pequena ou larga escala, constituindo, ao mesmo tempo, um enorme desafio para as políticas educacionais em diversos contextos de decisão, a começar pela esfera de ação dos decisores e reformadores curriculares.

A tecnologia de Realidade Aumentada é classificada como uma Tecnologia Digital de Informação e Comunicação (TDIC) e na educação é uma alternativa para o ensino de força e movimento, pois pode enriquecer o aprendizado ao proporcionar ao estudante a interação com conceitos abstratos e objetos reais/virtuais que representam fenômenos atrelados a conceitos muitas vezes de difícil abstração.

Realidade Aumentada é um sistema complementar ao mundo real, adicionando componentes virtuais, como sons, imagens e vídeos a objetos reais, enriquecendo a experiência do usuário com aquele ambiente e/ou objeto real por meio de ferramentas tecnológicas, como tablets e smartphones (KIRNER; TORI, 2006).

Diante de tal potencialidade, o presente artigo tem o objetivo de investigar dificuldades apresentadas por alunos do ensino médio ao utilizarem Realidade Aumentada Mobile (RAM) em relação a usabilidade. Foram realizadas atividades educacionais incorporadas na sequência didática de força e movimento na Escola Estadual de Educação Básica Dom Antônio Reis de Faxinal do Soturno – RS. Diante disso optamos por planejar em conjunto, com a professora regente da escola, a sequência didática de força e movimento. As atividades foram implementadas entre 12 março e 07 de maio de 2019.

Serão expostos resultados relacionados às dificuldades e aspectos positivos ao usar a tecnologia de RAM em relação a usabilidade adaptada e baseada no Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel (MAREEA) abordado por Herpich, et al. (2019). Segundo ele:

A usabilidade consiste em o quão intuitivo e fácil é para os indivíduos aprenderem a usar e interagir com um produto. No contexto de sistemas educacionais, a usabilidade pode tornar os sistemas mais fáceis de usar e permitir que eles se adaptem mais aos requisitos dos usuários. (HERPICH, 2019)

As dimensões potenciais avaliativas do fator usabilidade são: Aprendizabilidade, operabilidade, acessibilidade e prevenção de erro tecnológico.

2. REALIDADE AUMENTADA MOBILE: MÍDIA EDUCACIONAL

Para ampliar a visão do leitor em relação a TDIC de estudo do presente artigo esse capítulo será explorado a definição de RA e como esse recurso pode ser caracterizado como uma Mídia Educacional.

Ao utilizarmos RA adicionam-se informações e significados a um objeto real para aprofundar o entendimento e o conhecimento de um indivíduo em relação a um determinado assunto. Podemos derivar da definição de RA, três aspectos importantes para a interação com a tecnologia, descrita por Serio, laez e Kloos (2013): A RA permite a imersão, envolvendo os aspectos físicos do ambiente e a condição sob a qual o seu usuário está envolvido com as práticas proporcionadas por essa tecnologia.

Permite também a interação com o indivíduo, propiciando uma aprendizagem ativa além da navegação, processo no qual os objetos reais e virtuais se alinham e a cada mudança de perspectiva do usuário da RA, o sistema será capaz de se adaptar a essa mudança. Este aspecto de navegação está diretamente ligado à imersão e à interação. A potencialidade da RA está no fato de ser permitido explorar ambientes, processos ou objetos que não é possível através de livros, fotos ou aulas, mas analisando ou manipulando virtualmente o objeto de estudo.

A utilização de RA na educação é uma alternativa para atividades no Ensino de Ciências da Natureza em diversos conteúdos que apresentam fenômenos atrelados a conceitos muitas vezes de difícil abstração. Nesse viés, a inserção de RA na educação pode ser uma importante ferramenta para a contribuição no processo de ensino e aprendizagem, além de ser uma alternativa para desenvolvimento de competências específicas do estudante norteadas pela BNCC (2018). Porém, a utilização destas tecnologias deve ser estimulada de forma consciente e integrada por todos que fazem parte desse processo.

Na perspectiva de tecnologia para a educação, Santos et al. (2014) definem a RA como multimídia (texto, som, imagens, animações, etc.) que é exibido em relação ao ambiente real. Dada a sua versatilidade, é crescente a combinação dos recursos aumentados com tecnologias emergentes voltadas para a área educacional, tais como os dispositivos móveis, jogos educacionais, entre outros. A RA surge como uma perspectiva com potencial para complementar as aplicações educacionais, uma vez que possibilita explorar os seus recursos virtuais para com um viés educacional, acrescentando a estas soluções educacionais a apresentação em escala de elementos virtuais tridimensionais, entre outras funcionalidades.

Neste sentido, Santos et al. (2014) enfatizam que a RA oferece um conjunto diferenciado de características, e assim, pode ser usada de forma diferente das demais tecnologias existentes na área educacional, sendo algumas dessas características a inserção de anotações no mundo real, visualização contextualizada, ótica e háptica.

Em relação às vantagens oferecidas pelos recursos multimídia desenvolvidos em RA, uma característica considerada relevante e que promove uma ampla aceitação no uso desses recurso para fins educacionais é o baixo custo, uma vez que os investimentos se limitam ao desenvolvimento tecnológico, sendo extinto os custos para a compra de vários equipamentos de laboratório e sua manutenção, além de contratar os profissionais para gerenciar as atividades práticas (HERPICH et al., 2018).

Na educação, Tecnologia e Mídias podem ser associadas como uma tentativa de “enriquecer” a prática pedagógica. Esses conceitos estão associados muitas vezes com vídeos, simuladores, aplicativos educacionais, entre outros. Pode-se pensar na diferença entre tecnologia e mídia através da interação dos usuários ou, no caso educacional, dos sujeitos do processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso há a necessidade de diferenciar tais conceitos que implicam no conhecimento integral da sociedade que estamos inseridos. Essa sociedade, que pode ser classificada como nativos digitais e os imigrantes digitais, cada vez mais está sendo inserida no mundo digital.

Segundo Bates (2017), Tecnologias são ferramentas usadas para apoiar o ensino e aprendizagem. Assim, computadores, programas como um ambiente virtual de aprendizagem, ou uma rede de transmissão ou comunicação, smartphones, são todas tecnologias. As tecnologias ou mesmo os sistemas tecnológicos não se comunicam ou criam significados; apenas esperam até serem comandados a fazer algo ou que uma pessoa comece a interagir com essas tecnologias. A mídia requer uma ação de criação de conteúdo e/ou comunicação, alguém que receba e entenda a comunicação e as tecnologias que transportam o meio. Usamos nossos sentidos, como audição e visão, para interpretar as mídias. A criação, comunicação e interpretação são características adicionais que transformam a tecnologia em uma mídia. Podemos identificar algumas mídias que podem e são usadas na educação: textos, vídeos, áudios, fórum de discussões. Esses tipos podem estar relacionados a tecnologias: internet (transmissão de dados), computadores, aparelhos sonoros, smartphones. Portanto, é importante saber a melhor forma de usá-las e aplicá-las para facilitar a aprendizagem. Nesse sentido, o educador, idealmente, se apoia em teoria que subjaz sua prática.

Atividades utilizando tais recursos, como qualquer outra prática pedagógica, podem ser abordadas com os embasamentos de teorias da educação. A necessidade de conhecer, se sentir imerso e aplicar teorias educacionais na prática docente exclui o senso comum do processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, com a utilização da tecnologia de *RAM*, adaptada na educação (mídia), mais especificamente, na área das ciências da natureza, os alunos podem interagir com objetos virtuais que representam fenômenos físicos, biológicos ou químicos, que muitas vezes são de difícil abstração em relação ao estágio cognitivo do aluno (em relação a teoria de Piaget), na qual é necessária visualização (um modo de interagir) do objeto/fenômeno concreto ou “real”, para posteriormente, a abordagem de uma modelagem abstrata.

Mesmo utilizando *RAM* é possível ainda acoplar outros tipos de mídias como textos e vídeos que interagem com os objetos virtuais. As mídias, ainda entrelaçadas no processo de ensino e aprendizagem, podem ser aplicadas em uma educação que considera o aluno como um sujeito autônomo, ou seja, o professor, como mediador pode criar um ambiente favorável de aprendizagem, disponibilizando mídias (ferramentas facilitadoras) nas quais os alunos resolvem problemas de temas relevantes dos mesmos ou de uma comunidade específica.

2.1 RECURSO: REALIDADE AUMENTADA MOBILE avatARUFRGS

O recurso utilizado nas atividades educacionais no presente trabalho é o aplicativo avatARUFRGS (ou AVATAR)⁴ de Realidade Aumentada Mobile (*RAM*), no qual estão disponíveis mais de 50 simulações sobre tópicos relacionados à Ciências, e pode ser encontrado nos serviços de distribuição digital de aplicativos para o sistema operacional de *smartphones Android* e *IOS*.

O aplicativo AVATAR possui duas funcionalidades: o modo de realidade virtual e aumentada. Enquanto o primeiro está associado à interação do sujeito com objetos virtuais somente nos *smartphones*, o outro complementa com aspectos do mundo real, adicionando componentes virtuais, como sons, imagens e vídeos a objetos reais. Em um contexto educacional, considerando que objeto real é todo objeto que faça

sentido para exploração do recurso ou, nesse caso, para realizar e entender problemas no Ensino de Física específicos e selecionados pelo professor, é necessário um material didático, pré-elaborado, no qual, ao utilizar o *smartphone* (tecnologia), o sujeito acessa a mídia educacional onde é possível interagir.

Na figura a seguir é possível visualizar o modo *offline* e uma das simulações do recurso didático:

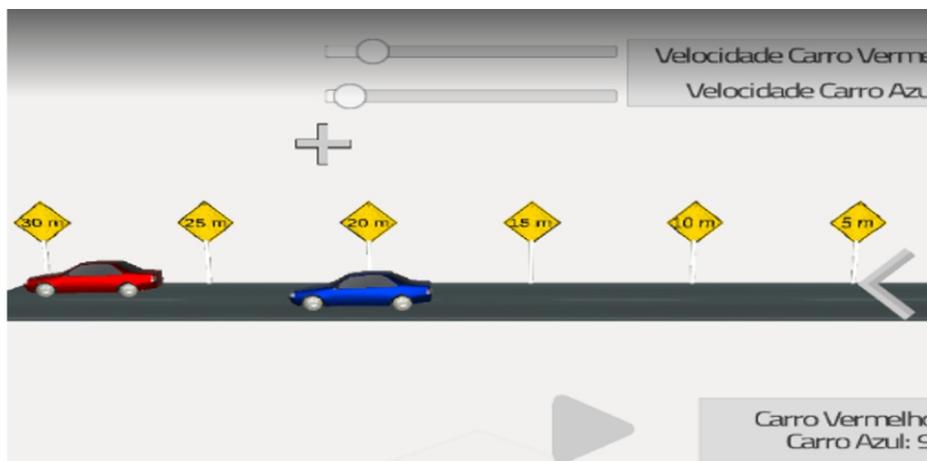


Figura 1: MRU em Realidade Virtual
 Fonte: construído pelo autor

Nesse exemplo é apresentada a simulação de MRU do aplicativo AVATAR, na qual é possível analisar o movimento de dois carros e suas respectivas marcas de distância em um determinado intervalo de tempo.

Já na figura 2, o recurso utiliza um código, chamado *QR Code*, específico da simulação para apresentar a mesma simulação do modo de realidade virtual para RA. Esse *QR Code* é um código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos *smartphones* equipados com câmera:

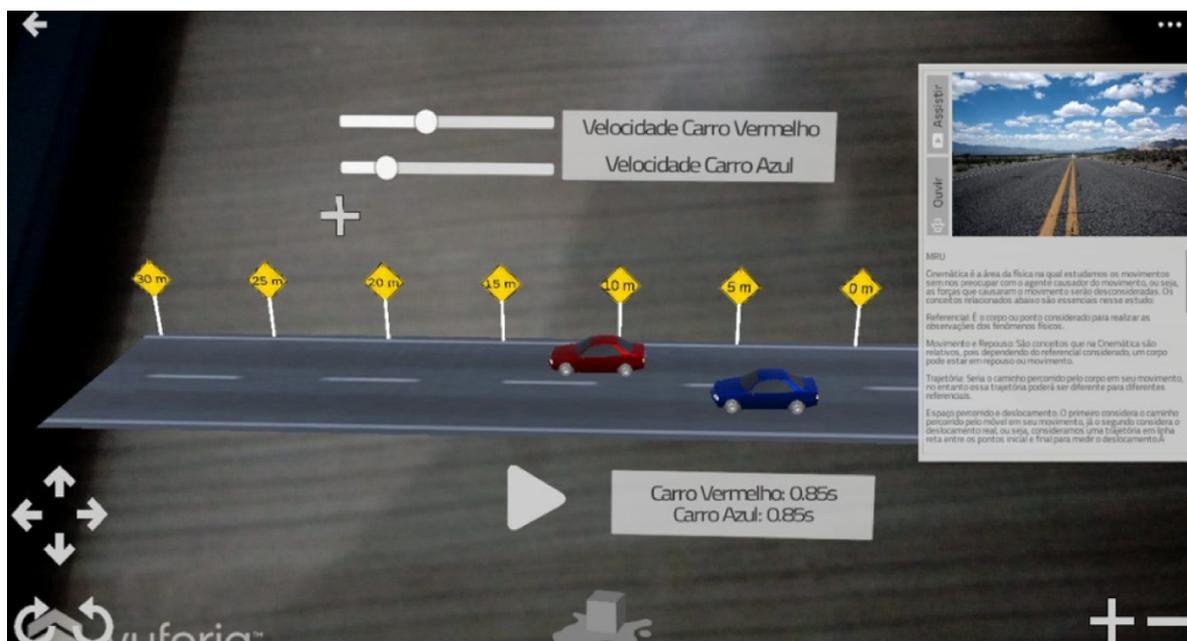


Figura 2: MRU RAM
 Fonte: Construído pelo autor

⁴ Desde já recomendo ao leitor visitar a homepage do projeto AVATAR e explorar as diversas simulações: <http://www.ufrgs.br/avatar>

Ao utilizar esse modo, o sujeito pode inserir um objeto métrico (régua) que o auxilie a estimar o valor da velocidade de modo experimental com coleta de dados. Isso irá depender da maneira que o professor direciona a atividade para o aluno.

Este recurso também possui diferentes funções com as quais o usuário poderá movimentar os objetos virtuais para melhorar sua manipulação e interação.

Além disso, o recurso possui as mídias de *texto*, *vídeo* e *áudio* que são apresentadas no canto direito da Figura 2. Ao selecionar a opção “Assistir” o usuário será direcionado a um vídeo que contextualiza o conteúdo abordado; o texto apresenta uma forma sucinta sobre o conteúdo; na opção “Ouvir” o recurso converte o texto em reprodução sonora.

Como o aplicativo necessita de acesso foi necessário adquirir um plano de internet móvel para oferecer acesso gratuito para os alunos que necessitavam de conexão à internet, pois a escola não disponibilizava tal acesso.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter qualitativo exploratória do tipo estudo de caso. Qualitativo, pois envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto entre o pesquisador com a situação a ser estudada, que retrata, prioritariamente, a perspectiva dos participantes envolvidos (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) e exploratória por proporcionar uma visão geral acerca do tema.

Estudo de caso é a definição de um estudo de um ou poucos objetos, de modo que permita um amplo e detalhado conhecimento. Possui as seguintes etapas: formulação do problema; definição da unidade-caso; determinação do número de casos; elaboração do protocolo; coleta de dados; avaliação e análise dos dados; preparação do relatório (GIL, 2002).

A análise dos dados será realizada a partir da seguinte categoria definida a priori: **Categoria:** Dificuldades em relação a usabilidade enfrentada durante as implementações e a aceitação dos alunos referente a usar *RAM* para aprender. Inicialmente será realizado o processo de identificação e preparação das amostras de dados que serão analisadas e em seguida será realizado o processo de codificação de cada amostra para ser interpretada no final do processo da análise.

3.1 O CASO: CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Para a realização do trabalho, houve uma intervenção na Escola Estadual de Educação Básica Dom Antônio Reis de Faxinal do Soturno – RS, através de implementações de uma sequência de aulas ministradas pelo pesquisador Wilson Vanucci Costa Lima, totalizando 14 horas-aula entre março e abril de 2019. A intervenção foi realizada em duas turmas de primeira série do Ensino Médio, Turma 1 (T1) e Turma 2 (T2), sendo que as duas turmas tinham 19 alunos cada, totalizando 38 alunos.

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos para análise dos dados coletados foram questionários referentes à experiência dos alunos ao usarem o recurso educacional. O questionário, exposto no Apêndice A, referente à experiência dos alunos com as atividades educacionais. Foi entregue no primeiro dia de aula e no último encontro com as turmas. Os dados referentes às respostas dos questionários são identificados pela letra Q seguida de um número, por exemplo: Q1, Q2 e assim por diante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira aula aplicamos o Questionário 1 (APÊNDICE A) e analisamos as questões 2) e 3) para evidenciar problemas de dificuldades e aspectos positivos ao usar a tecnologia de *RAM*.

Nesse sentido, 90% dos alunos relataram que fica mais fácil de entender o fenômeno estudado na aula pois a partir da tecnologia é possível ver com mais detalhes os objetos de estudo. Dois alunos, do total de 34, evidenciaram que tiveram um conhecimento mais tecnológico sem explicitar com mais detalhes. Segue abaixo algumas respostas:

Q1- Além de poder ver, podemos interagir facilitando as atividades.

Q2- Com a realidade das coisas aumentada fica mais fácil de entender.

Q3- Conhecimentos variados, técnicos mais tecnológicos de fácil acesso.

Q4- Ele mostra numa visão ampla, podendo ver os mínimos detalhes.

As dificuldades apresentadas na grande maioria dos alunos foram sobre o registro demorado e pela internet lenta. Esses dois aspectos são causados pela internet utilizada em sala de aula, a qual foi obtida através da compra de dados móveis da operadora telefônica. Segue abaixo algumas respostas:

Q5 - Na minha opinião foi para aprender a mexer e no caso do meu grupo estava difícil pelo fato da internet, não está boa.

Q6 - Se registrar no app.

Q7 - Entrar no aplicativo.

A aula que aplicamos o questionário 1 foi quando instalamos o aplicativo de *RAM* nos *smartphones*. Por isso o problema de internet teve mais evidências nas respostas dos alunos. Nas próximas atividades, os alunos não precisaram utilizar a internet para instalar, mas necessitavam ao utilizar o Modo Online do aplicativo.

Para entendermos um pouco mais a concepção do aluno ao utilizar a tecnologia para aprender, aplicamos o Questionário 2 na última aula aplicada na intervenção. Para tornar as respostas mais significativas, aconselhamos os alunos a não assinarem o documento com o seu nome e escreverem o que realmente acham necessário pois tal questionário não fazia parte de uma atividade avaliativa.

As respostas dos alunos foram todas positivas ao questionarmos se o aluno usaria o Aplicativo AVATAR para estudar. Alguns relacionaram a oportunidade de aprender de modo diferente conforme são expostos:

Q8- Sim, pois é um ótimo app que nos explica a mecânica da física.

Q9- Sim, pois o aplicativo disponibiliza várias funções muito boas para aprender e o aluno tem a oportunidade de aprender de um jeito diferente.

Ao perguntarmos se era necessário o suporte de professor ou técnico para utilizar o Aplicativo AVATAR, todas as respostas novamente foram afirmativas. Alguns evidenciaram que no início da implementação foi necessário o suporte do professor e outros pontuaram que apenas em algumas atividades é necessário.

Tal fato é um indício que mesmo que o sujeito esteja imerso a uma cultura digital não significa que o mesmo tem a habilidade construída para manipular diferentes mídias e tecnologias. Nesse sentido, foi e é necessário realizar uma aula para ensinar e tirar dúvidas iniciais dos alunos ao manipularem diferentes mídias. Esse momento não é apenas para tornar o ensino instrumentalizado, mas talvez construirmos uma etapa para um ensino imersivo a novas possibilidades midiáticas.

Em relação a fácil operabilidade e acessibilidade da tecnologia, questionamos os alunos quais são os aspectos positivos e negativos ao usarem *RAM* e se eles achariam fácil que outros estudantes usassem o Aplicativo AVATAR. Nessa questão 80% dos alunos acharam fácil o manuseio, mas alguns citaram que seria necessário de auxílio do professor. Outros voltaram a citar dificuldade devido à falta de internet de boa conexão. Algumas das respostas são expostas abaixo:

- Q10 - Achamos fácil, pois é um app bem elaborado que tem fácil acessibilidade, porém é um pouco demorado para a abertura.
- Q11- Mais ou menos, pontos positivos é que podemos entender melhor como é a física e negativa nem um.
- Q12 - Achei fácil com a ajuda do professor. Positivo = o aplicativo é muito rico em conhecimento, e uma boa forma de aprender com a função 3D. Negativa = havia *crash* e *loading* muito demorado.
- Q13 - Depois do conhecimento se tornou bem mais fácil. É um aplicativo bom para aprendizado diferente. Mas seria mais aproveitado se tivéssemos uma internet boa, para não travar.
- Q14 - Acho que sim, no início é difícil de entender o app, mas conforme vai usando os comandos vão ficando mais fácil.
- Q15 - Sim, com ajuda de um professor.
- Q16 -Se for uma pessoa que tem facilidade com o celular irá se adaptar rápido, já pessoas com menor experiência irão ter dificuldades.

Notamos que as dificuldades expostas pelos alunos no questionário 2 em relação ao acesso de internet diminuíram comparado as respostas do questionário 1, mas ainda continuavam presentes.

A falta de acesso de internet na Escola Pública fomenta a não integração do sujeito na era digital. Rodrigues, Segundo e Ribeiro (2018) ao realizarem uma pesquisa sobre leis que regem o uso de celular no espaço escolar encontraram um total de 12 leis estaduais e municipais que proíbem o uso de celulares em 2018.

Tais leis não colaboram com a competência da BNCC (2018, p. 7) que estabelece a necessidade de

compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BNCC, 2018)

Mesmo que algumas leis tenham sido revogadas, o conceito de proibição e não incentivo financeiro governamental para aprimoração de infraestrutura escolar ainda permeia nos espaços escolares.

Aqui deixo uma indagação irônica para pensar sobre possíveis rupturas da concepção tradicional ao usar tecnologia: Será que ao proibir ou não incentivar através de projetos políticos uma infraestrutura adequada estamos formando um cidadão atualizado e crítico ao modo de agir tecnologicamente? Acredito que não! Ao limitarmos o acesso das tecnologias atuais na sociedade podemos estar excluindo o aluno da realidade em que ele vive, ou ainda, não dando oportunidade para outros alunos que não possuem acesso a diversas TDIC.

Os alunos também evidenciaram que as atividades educacionais realizadas têm o potencial de motivar para aprender utilizando a tecnologia. Além disso, é um modo diferente de aprender, ou seja, os alunos da pesquisa não estão familiarizados a diferentes metodologias utilizando TDIC na escola.

Abreu e Souza (2015) apontam alguns aspectos em relação a TIC:

[...]as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) permitem criar ambientes que ampliam possibilidades de formas de interação e intervenção no processo de ensino e aprendizagem. Ao usar TIC em sua prática pedagógica, o professor tem em mãos uma alternativa que pode enriquecer suas aulas com utilização de vídeos, simuladores, aplicativos educacionais, entre outros. (ABREU E SOUZA, 2015, p. 307).

A infraestrutura de boa qualidade para utilização de TIC no ambiente escolar está atrelada à utilização da RA na educação. Esses resultados, infelizmente, evidenciam os problemas de TIC mencionados por Soares-Leite e Nascimento-Ribeiro (2012), onde, mesmo considerando a ampliação substancial ao acesso às novas tecnologias para boa parte da população, “[...] observa-se que os avanços no sentido de transformar e qualificar o processo de ensino através da adoção de um novo modelo ainda caminha a passos lentos”. A inserção da tecnologia no ambiente escolar se não levada a sério acaba prejudicando a aprendizagem do aluno, conseqüentemente, a formação de um cidadão brasileiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aceitação dos alunos ao utilizarem a *RAM Avatar* é motivadora, mas, mesmo que tenha potencial na educação, determinadas instituições podem não estar preparadas, por diversos fatores externos e internos, para receber tais tecnologias se não estiverem conscientes dos mínimos necessários ao utilizarem TDIC.

A maior dificuldade evidenciada na pesquisa em relação a operabilidade e acessibilidade ao utilizar a tecnologia de *RAM* está atrelada ao acesso à internet. Em geral, se criou um estigma sobre os objetos ou coisas que “dispersam” a atenção do educando de suas atividades escolares. É imprescindível que o professor vença resistências e adquira conhecimentos para desenvolver as potencialidades dos educandos (RODRIGUES; SEGUNDO; RIBEIRO, 2018).

Os próprios alunos acreditam que é inegável que as mídias móveis provocam mudanças na maneira de aprender. Mas ao utilizar e realizar atividades educacionais utilizando *RAM* é necessário preparação técnica do professor para aprender como manusear, operar e explorar potencialidades do artefato para se preparar para o processo de ensino dos sujeitos do processo de ensino aprendizagem.

Isso engloba a formação de professores; aperfeiçoamento de conteúdos educacionais; ampliação e melhoria das opções de conectividade com estratégias para fornecer acesso igual a todos; promoção do uso seguro, responsável e saudável; melhoria da comunicação e da gestão educacional. Portanto devemos compreender que o uso de TDIC no espaço escolar passa pela definição de uma política para o incentivo da utilização dos recursos tecnológicos como ferramenta de aprendizagem, com infraestrutura necessária e formação de professores, para o incentivo de práticas inovadoras.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. O.; SOUZA, P. H. O uso da realidade aumentada como recurso didático para o estudo do sistema solar. In: SEMANA DE LICENCIATURA, 7., 2015, Anais [...]. Jataí, 2015. p. 299-309.
- ANDRIOLA, W. B.; CAVALCANTE, L. R. Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio. Estudos de Psicologia. V. 4, p. 23-37, 1999.
- BATES, A. W. Compreendendo a tecnologia na educação. In___. Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017. cap. 6, p. 234- 274.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: A ETAPA DO ENSINO MÉDIO - A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018, p. 474-475. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos e pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HERPICH, F. et al. Augmented reality impact in the development of formal thinking. In: Immersive Learning Research Network, 4., 2018, Missoula. Proceedings [...]. Graz, Austria: Verlag der Technischen Universität Graz, 2018. p. 23-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.3217/978-3-85125-609-3-08>.
- HERPICH, F. et al. Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel. Revista Novas Tecnologias na Educação v. 17, nº 1, julho, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.95842.
- KINER, C.; TORI, R. Fundamentos de Realidade Aumentada. In__ : Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada, 2006. Disponível em: http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf.
- LÜDKE, M.; ANDRÈ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- RODRIGUES, F. S.; SEGUNDO, G. L. S.; RIBEIRO, L. M. S. O Uso do Celular na Sala de Aula e a Legislação Vigente no Brasil. In: Congresso sobre Tecnologias na Educação, 3., Fortaleza, 2018. Anais [...]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 111-122, 2018.
- SANTOS, M. E. C. et al. (2014). Authoring Augmented Reality as Situated Multimedia. In: International Conference on Computers in Education, 22., 2014. Proceeding [...]. Japan: Asia-Pacific Society for Computers in Education, p. 554–559, 2014.
- SERIO, A. D.; IAEZ, M; KLOOS, C. D. Impact of an augmented reality system on students motivation for a visual art course. Computers and education, v.68, p.586-596, out. 2013.
- SOARES-LEITE, W. S.; NASCIMENTO-RIBEIRO, C. A. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, v. 5, n. 10, p. 173-187, 2012. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896010>.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 1

Turma: _____

- 1) Como foi a experiência com o aplicativo para entender o motor a combustão de um carro e a chave de roda?
- 2) Quais os aspectos positivos na interação com o aplicativo?
- 3) Quais as principais dificuldades em utilizar o aplicativo?

QUESTIONÁRIO 2

Turma: _____

- 1) Você usaria o Aplicativo AVATAR para estudar ou entender alguns fenômenos expostos nele?
- 2) Precizou e/ou acha necessário um suporte de professores ou técnico para usar o Aplicativo AVATAR?
- 3) Achou o recurso educacional fácil ou difícil de usar? Comente os pontos positivos e negativos da utilização do mesmo.
- 4) Você acha que outros estudantes achariam fácil de usar o Aplicativo AVATAR?

AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DE TERCEIRIZAÇÃO DE TI PARA A GESTÃO CONTRATUAL EM EMPRESAS PÚBLICAS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

Paulo Ribeiro Felisoni

Universidade Nove de Julho, Brasil
felisoni@uni9.edu.br

Fellipe Silva Martins

Universidade Nove de Julho, Brasil
silvamartinsfellipe@gmail.com

Marcos Antonio Gaspar

Universidade Nove de Julho, Brasil
marcos.antonio@uni9.pro.br

RESUMO

Embora a terceirização de tecnologia da informação (TI) seja comum em empresas privadas, é menos comum em organizações públicas. Além disto, a literatura atual concentra-se principalmente em empresas privadas e pesquisadores de organizações públicas usam e replicam esses resultados muitas vezes sem a validação adequada para o contexto público. Isto aponta para um cenário em que os estudos de TI para organizações públicas podem ter resultados piores devido à falta de uma estrutura teórica apropriada. Para analisar essa disparidade, a literatura existente sobre TI, organizações públicas e terceirização é revista. O uso de uma revisão sistemática da literatura permite extrair o conteúdo organizado por grupos. Assim,

propõe-se um framework para compreender as principais dimensões do monitoramento da terceirização de TI para organizações públicas. Os resultados apontam para quatro critérios principais (monitoramento, relacionamento, desempenho e incerteza) subdivididos em 16 subcritérios. Este estudo contribui para a literatura ao refinar as teorias de terceirização de TI para o setor público e fornecer uma plataforma para avanços em estudos futuros.

Palavras-chave:

Terceirização de TI; Gestão; Fiscalização;
Setor público; Critério.

ABSTRACT

Although Information Technology Outsourcing (ITO) is common in private companies, it is less common in public organizations. In addition, extant literature focuses mainly on private companies and researchers from public organizations use and replicate these results often without adequate validation for the public context. This points to a scenario in which ITO studies may have worse results due to the lack of an appropriate theoretical framework. To analyze this disparity, the existing literature on IT, public organizations and outsourcing is reviewed. A systematic review of the literature allows to extract the content organized by groups. Thus, a framework is

proposed to understand the main dimensions of monitoring IT outsourcing for public organizations. The results point to four main criteria (monitoring, relationship, performance, and uncertainty) subdivided into 16 sub-criteria. This study contributes to the literature by refining the IT outsourcing theories for the public sector and providing a platform for advances in future studies.

Keywords:

*IT Outsourcing; Management; Inspection;
Public Sector; Criteria.*

INTRODUÇÃO

A terceirização ocorre cada vez com maior intensidade, geralmente objetivando redução de custos e maior eficiência na alocação de recursos (Langer & Mani, 2018), e comumente em atividades fora do escopo central das empresas (Lacity, Khan, & Yan, 2017). Nos anos 1990, devido ao aumento da insatisfação dos resultados apontados por empresas públicas pelas terceirizações feitas, optou-se pelo trabalho com as parcerias público-privadas (Bovaird, 2016; Koh, Ang, & Straub, 2004), depois nos anos 2000 passou-se aos contratos de terceirização.

Visando a prestação de serviços não ligados às áreas essenciais, muitas empresas públicas escolheram a terceirização como solução (Lee, 2017; Widermann, Weeger, & Gewald, 2015). Assim sendo, para determinar uma terceirização de tecnologia da informação (ITO - *Information Technology Outsourcing*), executivos de empresas públicas podem utilizar um padrão próprio, diferentemente do que possa sugerir outros estudos. Isto acontece em virtude do modelo de gestão governamental adotado, cujo objetivo é verificar o bom funcionamento da máquina pública, inspirado pelos resultados em contextos privados (Guarda, 2011; Prager, 1994). A terceirização de TI obedece, portanto, a uma lógica de isomorfismo institucional – em especial nos aspectos mimético e normativo (DiMaggio & Powell, 1983), traduzindo-se também numa tendência de imitação (Common, 2004), adaptada de lideranças de mercado.

Apesar de ter uma natureza diferente das empresas privadas, as empresas públicas também buscam procedimentos que se assemelham às empresas privadas, empenhando-se em aumentar a produtividade com eficiência (dos Santos, 2013). Porém, por questões institucionais e jurídicas, além de requisitos obrigatórios relacionados à legislação local, as empresas públicas enfrentam outros desafios (Blaskovich & Mintchik, 2011), sendo mais limitadas na sua capacidade de terceirizar.

Deve-se considerar que as empresas públicas não possuem a mesma natureza das empresas privadas – isto é, enquanto as primeiras objetivam a prestação de serviços à população, estas últimas visam atingir o mercado para obter lucros. Empresas públicas diferem das privadas tanto de forma ideológica como de forma operacional (Khalfan, 2004). De fato, a terceirização de TI em empresas públicas (ITO – *Information Technology Outsourcing*) não foi ainda profundamente analisada pela literatura acadêmica, que, naturalmente, está mais voltada ao setor privado (Marco-Simó & Pastor-Collado, 2020). Alguns autores introduzem aspectos conceituais que levam à terceirização de TI (Langer & Mani, 2018; Lacity, Khan, & Yan, 2017; Susarla, 2012; Alagheband, Rivard, Wu, & Goyette, 2011; Blaskovich & Mintchik, 2011; Poppo & Zenger, 2002), interpretados por meio de critérios técnicos.

Há três fatores principais para se decidir pela terceirização da prestação de um serviço público: orçamento, custos de transação e argumentos políticos (Benito, Guillamon, & Bastida, 2015). As empresas têm o encargo de decidir se geram bens e serviços executando todo o processo, ou decidem pela terceirização de algumas ou todas as etapas envolvidas (fazer ou comprar), e para isso devem considerar os custos totais associados a este caminho (os custos de transação) principalmente quando visam reduzir seus custos (Coase, 1995, Williamson, 1988). Esta visão também pode ser considerada no contexto público, o setor público mudou de uma prática absolutamente formalizada,

baseada em contratos (Neves, 2018; Lee & Cavusgil, 2006; Koh, Ang, & Straub, 2004), para uma prática equilibrada entre aspectos contratuais sujeitos à legislação pública e novos elementos de gestão relacional.

As empresas participantes em pregões públicos, assim como as empresas já terceirizadas com muitas renovações contratuais ou contratos muito longos, podem ser oportunistas e atuar de má fé ou de forma predatória (Schermann, Dongus, Yetton, & Krcmar, 2016; Valéro, 2015; Williamson, 2007). O processo de terceirização de TI, aliado à baixa flexibilidade tradicional das empresas públicas, torna-se um processo complexo, exigindo profundos conhecimentos do negócio público, para a decisão e o sucesso da terceirização (Skipworth, Delbufalo, Mena, 2020). O relacionamento e a transferência de conhecimentos na terceirização de TI podem vir a ser um fator muito importante na mudança de paradigmas e na mudança cultural para a empresa pública contratante.

Hoje, as empresas continuam a buscar e a agregar mais valor por meio da terceirização de TI, mas enquanto os contratos iniciais focavam a redução de custo, muitas organizações, em segunda ou terceira geração de terceirização de TI, buscaram significativa vantagem nos negócios (Lacity & Willcocks, 2001). Muitos governos fornecem uma retórica de que a TI é estratégica, mas a tratam apenas como mais uma ferramenta administrativa – isto é, uma diretriz utilizada de forma cega sem reavaliação e adaptação a novas situações (Cordella & Willcocks, 2012, p. 305).

Nem sempre o setor privado tem uma gestão melhor do que a do setor público, assim como nem sempre a terceirização é o caminho mais adequado, quando não há um estudo prévio, principalmente quando uma gestão política não considera as particularidades da TI, que possui uma natureza diferente, onde são envolvidas características muitas vezes estratégicas ao negócio (Burnes & Anastasiadis, 2003). Isto se dá pela necessidade de manutenção do controle sobre todos os aspectos operacionais do serviço em termos de qualidade e quantidade, o que pode ser dispensado em muitos casos em terceirizações privadas (Arlbjørn & Freytag, 2012). O problema surge quando a atividade pública recebe críticas sobre questões de eficiência. No entanto, isso só pode ser confirmado através de estudos empíricos que apoiem ou rejeitem a hipótese amplamente aceita de que o custo da produção pública seja maior do que a de terceirizar (Benito, Guillamon, & Bastida, 2015), daí o questionamento sobre o sucesso da terceirização de TI nas empresas públicas.

As motivações para os processos de terceirização de TI em empresas são as mais variadas, e a falta deste entendimento é uma das maiores causas de insucesso em muitas terceirizações (Prado & Takaoka, 2006). Esta questão da terceirização de TI nas empresas públicas ainda necessita de maiores estudos, não apenas nas motivações de terceirização, como na gestão a gestão dos contratos de terceirização de TI pública já estabelecida.

2. PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA

A ITO em empresas públicas liga-se a aspectos como a decisão pela terceirização, ou estratégia da terceirização - que deve levar em conta o produto ou serviço a ser terceirizado, que não deve pertencer ao cerne do negócio da empresa, e esta deve manter o controle sobre os processos terceirizados. Durante a gestão contratual, aspectos como o descumprimento do SLA - *Service Level Agreement*, o risco da quarteirização, e o descumprimento de treinamentos ou treinamentos inadequados (Karimi-Alagheband & Rivad, 2020) podem trazer riscos na entrega do serviço ou produto. Por exemplo, o descumprimento do SLA pode trazer problemas, principalmente quando o

grau de criticidade no atendimento não está claro, o que pode gerar serviços de má qualidade, como interromper um serviço de infraestrutura no atendimento público (Fehrenbacher & Wiener, 2019).

A *quarteirização (outsourcing task / delegation)* é a transferência ou atribuição de uma tarefa contratual de terceirização, a um prestador de serviços de terceiros, não contemplado diretamente no contrato. Esta prática ocorre pelas mesmas razões da terceirização: reduzir custos, e dedicar-se na atividade principal do negócio, e incentiva um aumento desta prática, porém essa atribuição requer confiança entre as partes (Chang, Gurbaxani, & Ravindran, 2017), e pode gerar um comportamento oportunista aos prestadores de serviço de ITO.

Outro risco ocorre quando a empresa terceirizada delega a outra (quarteirização) a execução dos serviços ou produtos de TI estabelecidos em contrato, podendo haver uma perda de qualidade nos serviços prestados. As empresas quarteirizadas buscam atender rapidamente suas demandas, porque faturam através do número de serviços prestados. Entretanto, esta rapidez das empresas quarteirizadas, muitas vezes se reflete na baixa qualidade destes serviços. Por outro lado, a quarteirização também pode gerar distorções contratuais, quando a empresa terceirizada delega serviços acordados em contrato, em função da redução de custos pela empresa terceirizada.

Muitos destes riscos contratuais são contemplados pela legislação vigente, que prevê vários graus de penalidade à empresa terceirizada, e neste contexto ressalta-se a importância dos registros no acompanhamento da execução do contrato de TI, onde os gestores e os fiscais responsáveis devem medir estes riscos na solução de continuidade e na qualidade de entrega do produto ou serviço de TI contratado.

Por outro lado, em algumas ocasiões a atividade pública recebe críticas sobre questões de eficiência, realçando-se este problema. No entanto, isso só pode ser confirmado através de estudos empíricos da literatura, que apóiem ou rejeitem a ITO (Benito, Guillamon, & Bastida, 2015). Por outro lado, a literatura mostra um foco mais voltado às empresas privadas, e poucos estudos voltados às empresas públicas, sem apresentar um consenso a respeito da intersecção entre a ITO nos setores público e privado. Embora a terceirização de TI no setor público ser cada vez maior em todo mundo, quando se olha para este setor observa-se vários problemas ligados à terceirização de TI, como recursos mal dimensionados, falta de planejamento estratégico, eficiência ou falta de pessoas qualificadas com perfil na área de TI e pouca preocupação com a segurança da informação (Guarda, 2011).

O setor público procura ser cada vez mais eficiente a fim de fornecer melhores produtos e serviços à população, e neste contexto, há uma carência na literatura científica brasileira. As referências desta área são encontradas em países com maior maturidade neste setor, como a Austrália, o Canadá, os Estados Unidos e a Inglaterra (Cordella & Willcocks, 2010). Um exemplo de amadurecimento da capacidade de empresas públicas para cumprir seu custo-benefício aos recursos públicos na prestação de serviços, deu-se durante a recessão de 2008, alavancando a capacidade de BPO -*Business Process Outsourcing*, na contratação de atividades e funções de negócios (Lacity, Willcocks, & Feeny, 2009) que não fazem parte do foco principal da empresa.

Uma busca no número de publicações de ITO mostra um maior número de publicações no setor privado (Gantman, 2011) em relação ao setor público (Lacity, Khan, & Yan, 2017; Langer & Mani, 2018; Neves, 2018), e um menor número de pesquisas empíricas de ITO nos serviços públicos. A ITO pública brasileira reflete-se nos serviços digitais oferecidos à população, cada vez com maior agilidade, como nas praças digitais de atendimento, nos aplicativos de serviços públicos para smartphones, e na infraestrutura das nuvens de dados em Data Centers públicos que lhes dá suporte.

No entanto, para fornecer estes produtos e serviços, as empresas públicas brasileiras estão sujeitas a várias leis regulamentadoras, como a lei 13.303/2016 ou lei das estatais, que exige a conformidade (compliance) da alta administração; o decreto 9.507/2018 ou decreto da administração pública e autarquias, que regulamenta o que pode ser terceirizado, dependendo do escopo estratégico da terceirização; e a lei de licitações e contratos – lei 8.666/1993 que regulamenta as compras – incluindo produtos e serviços de TI - os leilões eletrônicos, as licitações, e exige a criação de um corpo técnico interno de gestores e fiscais para a fiscalização e a gestão contratual.

A Resolução 182/2013 do CNJ (Conselho Nacional de Justiça) do Brasil estabelece o corpo técnico de gestão dos contratos de TI, composto por um fiscal demandante do contrato, responsável pelos aspectos funcionais da solução de TI demandada, um fiscal do contrato responsável pelos aspectos técnicos da solução, e um fiscal administrativo do contrato, responsável pelos aspectos administrativos do contrato. Cada um dos responsáveis deste corpo técnico possui atribuições e competências específicas, e sujeita-se a auditorias periódicas (da Costa, 2013), conforme a lei de licitações e contratos públicos (lei 8.666/1993). No estabelecimento da aquisição da ITO pública, há riscos envolvidos nas compras diretas ou nas licitações, mas após o estabelecimento do contrato, a gestão e a gestão contratual são obrigatórias.

Outra regulamentação voltada ao gerenciamento de serviços em TI no Brasil é a norma ABNT NBR ISO/IEC 20000-1 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2011) que especifica, entre outros requisitos, a implementação, a operação e o monitoramento, baseados nas melhores práticas. Essa norma do sistema de gestão de serviços estabelece as condições necessárias aos provedores de serviços de TI em conformidade às boas práticas de mercado como o ITIL, e à gestão de incidentes e mudanças.

Assim, gestão e a fiscalização contratual de ITO pública ligam-se à legislação vigente no intuito de garantir a transparência dos recursos públicos, evitar problemas legais como impessoalidade, moralidade e publicidade, avaliar a atividade da empresa contratada, avaliar qualidade do produto ou dos serviços prestados. A fiscalização dos recursos garante inicialmente se o que foi contratado está sendo entregue, porque o órgão público deve emitir o "termo de aceite" para a compra do bem ou do serviço. Esta parte técnica da fiscalização deve ser acompanhada por alguém com conhecimento técnico do assunto em questão, para que saiba o que deve esperar de entregas do produto ou serviço de TI terceirizado.

A legislação vigente no Brasil para a ITO pública é contemplada por leis, decretos e instruções normativas, que estabelecem a regulamentação jurídica. A Lei 8666/1993 ou lei de licitações e contratos, estabelece como princípios jurídicos entre as partes, a impessoalidade, a moralidade e a publicidade, entre outros. Preocupa-se com os riscos contratuais da terceirização, como o oportunismo ou a má fé que pode haver na licitação ou durante o exercício da terceirização, assim como a vulnerabilidade dos dados. Esta lei também estabelece a obrigatoriedade de agentes públicos (da Costa, 2013) para a fiscalização contratual da ITO. Embora o fiscal seja o representante público na gestão contratual, esta lei não menciona a obrigatoriedade de um perfil para a fiscalização do contrato, entretanto é recomendado que o gestor público tenha conduta ilibada, e possua conhecimento do objeto a ser fiscalizado.

A lei 13.303/2016 ou lei das estatais, preocupa-se em estabelecer através da alta administração das empresas públicas (dos Santos, 2013), a conformidade administrativa (*compliance*) com as boas práticas de mercado, como a transparência financeira. O decreto 9.507/2018 ou lei ITO pública e das autarquias, estabelece o que pode ser terceirizado (Parreira, 2018), considerando que o produto ou serviço a ser

terceirizado não seja estratégico ou esteja ligado a negócio principal da empresa pública ou autarquia. Já a Instrução Normativa 01 (IN04) de 04 de abril de 2019 (Brasil, 2019) versa sobre a computação em nuvem (*cloud computing*), fábrica de software e autenticação digital, ligadas à TI pública.

3. Referencial Teórico

Aplicações deste estudo também tratam do cenário brasileiro (Prado & Takaoka, 2006; Poletto, 2012) e podem ser considerados como antecedentes desta proposta. A gestão de terceirização de TI nas empresas públicas, é uma intersecção entre três grandes campos: a administração pública, a gestão empresarial da empresa pública e os sistemas de informação (Gantman, 2011).



Figura 1 - Diagrama de Venn e a gestão de ITO pública.
Fonte: adaptado de Gantman, 2011

Por um lado, a intersecção entre a administração pública e a gestão empresarial encontra-se a terceirização pública, assim como a intersecção entre a administração pública e os sistemas de informação encontra-se o sistema público de informação. Da mesma forma, a intersecção entre a gestão empresarial e os sistemas de informação está situada a terceirização de TI.

Observa-se pelo diagrama de Venn (Figura 1) que a gestão de terceirização pública de TI é uma intersecção única neste universo, razão pela qual não se pode considerar os modelos tradicionais de terceirização pública, de terceirização de TI ou de sistemas públicos de informação encontrados na literatura como completamente válidos para o estudo da ITO pública, carecendo de adaptações.

No Brasil, a terceirização de TI nos serviços públicos possui sua legislação específica e regulamentadora, exigindo conformidade (*compliance*) e gestão contratual. Rotineiramente, a atividade pública recebe críticas sobre questões de eficácia na terceirização de TI, havendo uma busca por inovação de processos de negócio, e fornecedores mais preparados. Essa inovação pode ser alcançada através das terceirizações (Lacity & Willcocks, 2014), onde as empresas públicas podem incentivar as empresas terceirizadas a entregar periodicamente serviços de melhor qualidade, no entanto essa terceirização deve ser disciplinada e fiscalizada (Cordella & Willcocks, 2010) para que as empresas públicas tenham o controle de seus processos.

A ITO nas empresas públicas é uma grande ferramenta para a redução de custos e a melhoria de desempenho e a busca por inovação, no entanto no contexto do Brasil, as empresas públicas estão sujeitas à legislação vigente. Exige-se o controle dos processos e a gestão e fiscalização dos contratos. Por outro lado, a literatura mostra um foco mais voltado às empresas privadas, e poucos estudos voltados às empresas públicas, sem apresentar um consenso a respeito da intersecção entre a ITO nos dois setores (Langer & Mani, 2018; Lacity, Khan, & Yan, 2017).

Muitos estudos no Brasil tratam da motivação para terceirização de TI em empresas públicas, mas poucos são focados na gestão e fiscalização contratual de ITO nestas mesmas empresas, e assim esta pesquisa insere-se e justifica-se ao avaliar os principais critérios e dimensões para a gestão contratual, atendendo a esta lacuna voltada para a realidade brasileira

Na revisão de literatura abordam-se temas como a terceirização propriamente dita, a terceirização de TI, e a terceirização de TI nas empresas públicas. Além disto, trata-se também das dimensões e dos critérios de desempenho encontrados na literatura utilizados na gestão contratual, e sobre os processos de terceirização de TI que potencialmente sejam compatíveis às pesquisas aplicadas nas empresas públicas.

Uma empresa possui um custo para a produção de bens ou serviços, e quando há a decisão para a terceirização há outros custos a serem considerados, os custos de transação, que são os custos envolvidos em toda negociação, elaboração dos contratos e o seu cumprimento. Para a terceirização ou a aquisição de bens e serviços no setor público há uma legislação vigente que estabelece a aquisição de bens e serviços, que é a lei 8666/93 de licitações e contratos. Conforme o valor da solução de TI que a empresa pública está buscando, há a concorrência pública para valores mais altos, a tomada de preços e o convite para valores menores.

A licitação é o instrumento administrativo que busca entre as empresas interessadas emprestar serviços de TI, o contrato mais interessante economicamente, e que deve seguir os princípios de isonomia ou a igualdade de direito dos participantes, a legalidade às leis vigentes, a impessoalidade, a moralidade e ética, a publicidade das informações do processo licitatório, as mesmas normas e critérios a todos os participantes, e o julgamento objetivo e público. A empresa pública estabelece um contrato com a empresa vencedora, e define os responsáveis pela gestão e fiscalização deste contrato durante a sua execução.

O ano de 1989 marca o início das terceirizações, quando a Eastman Kodak Co. fez sua terceirização em larga escala dando início a uma grande tendência de mercado. Já no início da década de 1990 os primeiros estudos são estabelecidos, atraindo pesquisadores de várias disciplinas, em especial da área de TI (Gantman, 2011). A pesquisa evolutiva da tecnologia da informação e sua terceirização foram acompanhadas para o setor público, através de diversos artigos e modelos sugeridos (Dibbern, Goles, Hirschheim, & Jayatilaka, 2004), onde várias empresas americanas seguindo o exemplo, terceirizaram sua infraestrutura de TI (Foogooa, 2008).

Considerando-se uma área ou setor interno de uma organização, a terceirização ou outsourcing é a substituição por terceiros, adquirindo bens ou serviços (Lacity & Willcocks, 2012). Delegando a terceiros os processos ou serviços, pode haver uma mitigação de riscos, agregando valores e transferindo conhecimentos a uma organização, mas essa prática exige uma transformação nas organizações públicas, que buscam concentrar suas energias em sua atividade principal, favorecendo a eficiência e a otimização da gestão (Guarda, 2011), entretanto, há outros riscos de terceirização, como a perda de controle sobre a atividade terceirizada, o vazamento de informações, e gastos adicionais como custos de transação pela má gestão da terceirização (Yang, Zhao, Yeung, & Liu, 2016).

Após o período do início das terceirizações, estudos de economia consideraram as firmas e os seus mercados, mostrando conceitos de influência como os custos de transação ou a relação entre os custos de transação, e as relações contratuais (Williamson, 1979) que contribuíram para os estudos de terceirização de TI. Controles de atividade ou monitoramento necessitam de *feedback* frequente do cliente na tarefa terceirizada de TI, promovendo o conhecimento do fornecedor das expectativas do cliente, e melhorar a qualidade do nível do serviço e satisfação (Langer & Mani, 2018). Todos os resultados positivos e negativos significantes encontraram resultados benéficos de contratos detalhados (Lacity, Khan, & Yan, 2017). O alinhamento estratégico da empresa é muito importante para a terceirização de serviços de TI devido à relevância estratégica que tem esta área (Cohen & Young, 2006; Henderson & Venkatraman, 1992; Willcocks & Lacity, 2001).

A literatura também assinala a criticidade da gestão de TI, a avaliação de riscos e custos, e a manutenção do conhecimento técnico interno para o sucesso de um empreendimento de terceirização (Gantman, 2011), assim como para se evitar o oportunismo de fornecedores e a perda do controle sobre o projeto e processos de monitoramento e avaliação de desempenho.

As gerações iniciais de terceirização de TI objetivavam a redução de custos, buscando vantagens nos negócios, mas ao se tratar de empresas públicas, não se pode simplesmente arrendar, ou passar a gestão de um bem ou serviço para a administração privada, como se estivesse se livrando da responsabilidade dessa tarefa, defendendo a falta de custos ou a falta de melhoria técnica, além do mais, vários governos mostram a TI como estratégica, mas realmente a tratam apenas como mais uma ferramenta administrativa (Cordella & Willcocks, 2012). Por outro lado, a terceirização de TI é estratégica, pois permite que a empresa que terceiriza concentre-se em suas competências essenciais, enquanto o parceiro terceirizado oferece serviços que ela não tem domínio técnico ou organizacional (Karimi-Alagheband & Rivard, 2019).

3.1 A ITO pública e a Gestão Contratual

O crescimento da terceirização da tecnologia da informação (ITO – *Information Technology Outsourcing*) em muitas empresas de mercado, e particularmente nas empresas públicas, tornou-se uma tendência mundial, oferecendo melhores serviços públicos e reduzindo custos à população (Langer & Mani, 2018). As empresas públicas são políticas e burocráticas por sua própria natureza, e diferentemente das empresas privadas que se preocupam com a eficiência e qualidade de produtos e processos objetivando-se a adequação à competição do mercado e aos lucros, as empresas públicas focam a prestação de serviços públicos, independente dos lucros, pois são subsidiadas pelo estado.

Neste contexto, a burocracia e a falta de inovação, o conservadorismo de processos pouco eficientes e a premente necessidade da utilização de tecnologias de informação - já bem estabelecidas entre a população, através dos *smartphones*, (IOT) Internet das Coisas, (AI) Inteligência Artificial, *Big Data* utilizado em vários setores, e outras tecnologias já estabelecidas entre a sociedade – pode levar este estado que tenta manter a burocracia e serviços ineficientes, a sofrer a adoção de políticas específicas na tendência de aceitação que em seguir a maioria ou aceitar a influência dos que se assemelham, com a falência ou a prestação de serviços públicos de baixa qualidade, em desacordo com a sociedade cada vez mais exigente. Esse é um paradoxo atual dos serviços públicos em todo o mundo, que deve levar em conta critérios pouco estudadas, como a cultura e a cidadania. Não basta decidir terceirizar ou não terceirizar, a terceirização de TI não é um remédio que cura tudo, mas simplesmente mostra uma maneira diferente de gerenciar dependente da aprendizagem e do trabalho diário entre clientes e fornecedores (Lacity & Willcocks, 2012).

A terceirização da prestação de serviços públicos tornou-se comum, mas, apesar de sua prevalência, ainda não há consenso na literatura acadêmica sobre as economias de custos esperadas para o governo (Jensen & Stonecash, 2005), bem como terceirização de TI. A terceirização do setor público é agora um mecanismo estabelecido para prestação de serviços do governo, mas apesar da vasta experiência prática dos governos, em muitos países ainda há relativamente pouco acordo sobre se a terceirização é uniformemente benéfica ou quão grandes são as reduções dos custos para os governos (Pollitt & Bouckaert, 2003). Diferente de outros tipos de terceirização, a terceirização de TI possui características específicas que a diferenciam de outras áreas de terceirização, e as empresas cometem um erro ao tratar a terceirização de TI como uma simples decisão entre fazer ou comprar (Willcocks & Lacity, 2001).

Por outro lado, a ITO pública preocupa-se frequentemente com problemas como licitações mal elaboradas, serviços terceirizados de baixa qualidade, ou monitoramento inadequado dos contratos de TI (Skipworth, Delbufalo, Mena, 2020). A terceirização de TI no setor público é considerada altamente complexa em comparação com o setor privado devido aos requisitos legais dos processos organizacionais governamentais e devido ao fato de que a terceirização de TI no setor público é frequentemente um processo político, com muitas partes interessadas defendendo diferentes perspectivas de conflito (Currie & Guah, 2007; Lin, Pervan, & McDermid, 2007).

Sob outro ponto de vista, a informação pública é estratégica, e requer um grande grau de segurança de dados. Existe uma possibilidade maior de terceirização bem-sucedida em empresas públicas, quando há uma área de TI forte e comprometida, com a experiência em terceirização e alinhada aos objetivos estratégicos. Assim, o CIO deve ser alguém com o conhecimento do papel da TI dentro do quadro estratégico de operações, mas infelizmente, poucas empresas públicas entendem a posição do CIO (Moon, Choe, Chung, Jung, & Swar, 2016).

A diferenciação entre os dois tipos de empresas apoia-se no fato em que, o setor privado objetiva os resultados financeiros, enquanto o setor público foca o cumprimento legal (Rodrigues, 2010). Entretanto, há exemplos de grandes empresas privadas de setores estratégicos com processos claramente formais e burocratizados num contexto complexo, e exemplos de empresas públicas como órgãos autônomos ou autarquias (Marco-Simó & Pastor-Collado, 2020), com flexibilidade de processos, assemelhando-se às empresas privadas.

No Brasil, a terceirização de TI nas empresas públicas é regulada pela lei das licitações e contratos (Lei 8666/1993), a lei das estatais (Lei 13.303/2016), o Decreto 9.507/2018 das terceirizações de forma geral e Instrução Normativa 01 (IN04) de 04 de abril de 2019 (Brasil, 2019) sobre a computação em nuvem (*cloud computing*), fábrica de *software* e autenticação digital.

A empresa pública contratante de TI, assim como a empresa terceirizada, devem obedecer aos princípios jurídicos como a igualdade dos licitantes, a impessoalidade ou tratamento igualitário, e a moralidade, onde as partes devem ser éticas e honestas. Após a contratação da terceirização de TI, a empresa pública contratante deve eleger gestores e fiscais dos contratos, para acompanhar os prazos e as exigências técnicas estabelecidas no termo de referência – que é a parte técnica dos contratos de TI - como o atendimento do SLA - *service level agreement*, ou acordo de nível de serviço, estabelecido conforme o grau de criticidade do ativo, e outros critérios contratuais. Estes agentes públicos assim estabelecidos por lei e responsáveis legais, devem seguir critérios de desempenho durante a execução contratual, além de poder estabelecer eventuais alterações nas condições pactuadas, ou no estabelecimento de penalidades.

Se por um lado há uma tendência mundial da ITO pública para reduzir custos, agilizar serviços e adquirir mais conhecimentos tecnológicos, há também uma discussão em haver cada vez maior gestão contratual e controle da terceirização pelas empresas públicas (Cordella & Willcocks, 2010).

A gestão contratual da ITO pública no Brasil, é feito pelos gestores e fiscais de contratos estabelecidos na lei brasileira 8.666/1992 de licitações e contratos, responsáveis não apenas pela fiscalização contratual, mas também por quaisquer modificações ou alterações que possam ser feitas durante a vigência do contrato.

Durante a gestão e fiscalização, o agente público deve zelar pelo cumprimento legal, como a transparência, a impessoalidade e a moralidade, assim como deve estar capacitado tecnicamente no conhecimento do objeto de fiscalização, para que possa estabelecer parâmetros como a criticidade, o tempo de atendimento pela terceirizada, e a qualidade dos serviços prestados. A qualidade dos serviços prestados da ITO pública é explícita nos contratos, mas deve-se monitorar e fiscalizar com o registro de evidências contratuais, porque muitas vezes as medidas de qualidade são intangíveis (Högberg, 2010).

O risco de entrega de produtos de infraestrutura de TI de baixa qualidade ou de segunda linha também é comum no Brasil. Os termos de referência - parte técnica dos contratos de ITO pública - muitas vezes estabelecem a entrega de produtos novos, como para a infraestrutura de TI (Silva, Poletto, de Gusmão, & Costa, 2020), mas o risco aumenta quando estes produtos de TI são voltados à infraestrutura de Data Centers, como servidores, *storages*, elementos de telecomunicação, *nobreaks* ou grupos geradores - onde englobam as chamadas nuvens corporativas - e que dependem do funcionamento 24 horas por 7 dias por semana para atender a demanda de serviços públicos, presentes por exemplo, nos aplicativos de *smartphones* (Langer & Mani, 2018).

4. Metodologia

Na busca inicial sobre o tema ITO (Information Technology Outsourcing), sua relevância e evolução na literatura, buscou-se observar o número de publicações anuais. Observa-se que desde 1996 – início das publicações para o tema ITO - houve um crescimento nas publicações de periódicos, como demonstra a base WoS (Web os Science).

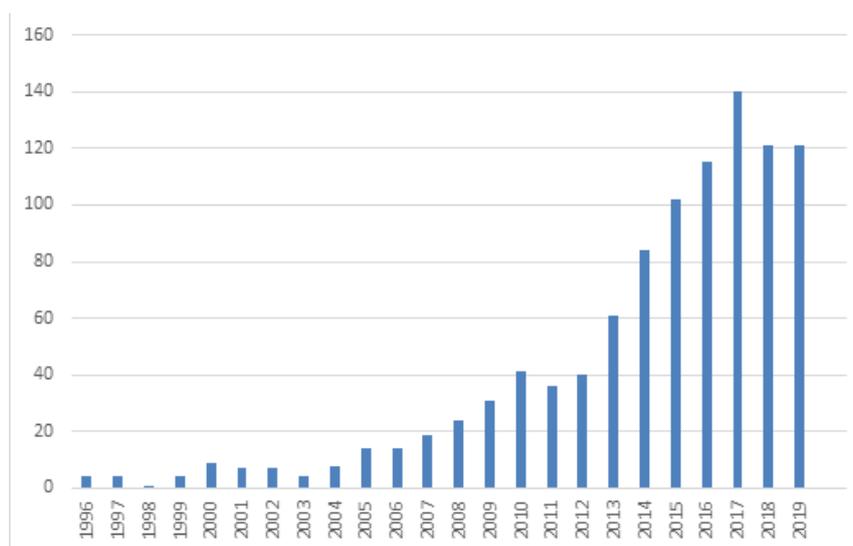


Figura 2 - Publicações anuais de ITO pela base de dados WoS.
Fonte: Web of Science

Fez-se uma revisão de literatura entre as bases *Web of Science*, *JSTOR*, *Science Direct*, *IEE Xplore* e *Scopus*, escolhendo-se inicialmente 500 artigos sobre a terceirização em geral, selecionando-se 200 artigos sobre terceirização de TI entre empresas públicas e privadas, e numa última etapa uma escolha dos 50 artigos mais relevantes, atentando-se aos artigos de revisões de literatura e artigos com modelos teóricos de ITO.

Selecionou-se os 50 artigos mais relevantes de ITO, que incluem artigos de revisões de literatura, artigos com modelos teóricos voltados à ITO, e artigos seminais ou no “estado da arte”, dos últimos cinco anos, tanto para empresas públicas como para empresas privadas.

Encontrou-se uma associação entre diversos critérios selecionados por palavras-chave, sendo que os quatro principais para a ITO pública foram o monitoramento, o desempenho, o relacionamento e a incerteza, chamados pelos autores seminais de dimensões, porque vários outros critérios são associados a eles.

Através dos modelos teóricos observa-se que cada critério relacionado, ou critério promotor, favorece ou promove positivamente a dimensão relacionada.

Buscando-se uma relação entre publicações e autores, gerou-se uma rede de co-citações, utilizando-se a base de dados *WoS Web of Science* (Figura 2).

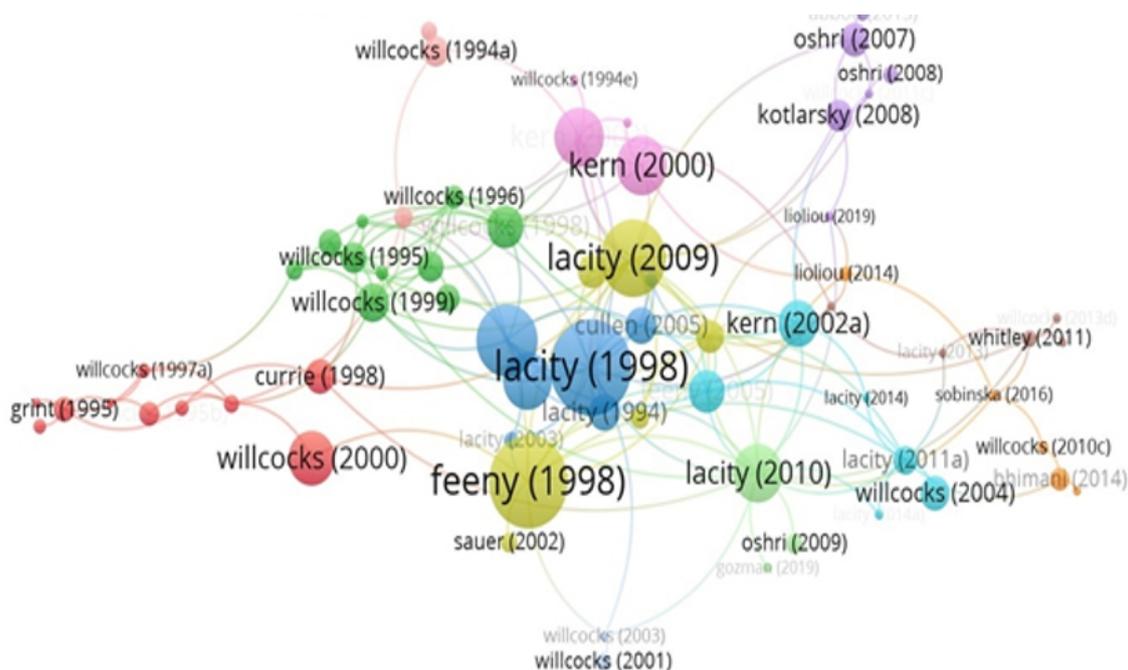


Figura 3 - Rede de co-citações de autores de ITO
Fonte: Autores (ferramenta VOSViewer)

A rede de co-citação acima demonstra a relação entre os autores, muitos deles seminais para terceirização da tecnologia da informação. Encontrou-se uma associação entre diversos critérios selecionados por palavras-chave, sendo que os quatro principais para a ITO pública foram o monitoramento, o desempenho, o relacionamento e a incerteza, chamados pelos autores seminais de dimensões, porque vários outros critérios são associados a eles.

Através dos modelos teóricos observa-se que cada critério relacionado, ou critério promotor, favorece ou promove positivamente a dimensão relacionada.

Dando sequência, fez-se uma seleção dos principais temas ou dimensões de ITO nos modelos teóricos selecionados. Através destes modelos, observa-se que cada critério associado, favorece ou promove positivamente a dimensão relacionada. O cruzamento de dados entre os critérios e as dimensões encontradas e seus respectivos autores, gerou a tabela teórica de dimensões e critérios de desempenho de ITO. Descrições detalhadas de cada critério encontram-se nos itens 2.4.1 e 2.4.2:

Tabela 1 - Tabela teórica de dimensões e critérios de ITO por autores.

Dimensões Autores / Critérios	Desempenho				Incerteza				Monitoramento				Relacionam.			
	5	6	7	8	13	14	15	16	1	2	3	4	9	10	11	12
Alagheband Rivard Wu, & Goyette 2011		X			X				X		X			X		
Auber Houde, Patry, & Rivard, 2003		X	X		X	X				X		X	X	X	X	
Blaskovich & Mintch 2011		X		X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Brown & Potos 2003	X				X				X			X	X	X		
Burn & Szet 2000	X													X	X	
Coase 1995	X								X			X			X	
Currie & Guah 2007	X	X											X	X		
Domberg Fernandez, & Fie 2000	X		X			X				X	X	X	X		X	
dos Santos 2013		X			X	X			X		X		X	X	X	
Fairchild 2004	X	X		X	X				X	X					X	
Fitoussi & Gurbaxa 2012	X														X	
Geyskens, Steenkamp, & Kumar, 2006		X			X	X			X	X	X		X		X	
Goo & Nam 2007	X				X					X	X	X	X	X	X	X
Guarda 2011			X										X			
Lin & Hekkal 2016		X							X	X	X			X		X
Johanson 2015			X		X					X	X		X			
Joshi, Bollen, Hassink, De Haes, & Van Grembergen, 2018	X	X									X		X	X		
Kale Singh, & Perlmutter 2000	X	X	X			X			X		X	X	X	X		
Kern, Willcocks, & Van Heck, 2002	X	X											X	X	X	
Koh, Ang, & Straub, 2004	X	X	X			X			X	X			X		X	
Lacity Khan, & Yan, 2017	X	X	X		X					X			X	X	X	
Lange & Mani 2018	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Lee & Cavusgil 2006	X					X			X	X	X		X	X	X	
Liang Wang, Xue, & Cui, 2016	X								X			X	X	X	X	
Liao, Deschamps, Loures, & Ramos, 2017		X				X			X	X	X		X	X		
Lin & Vaja 2015	X		X		X				X	X		X	X	X	X	
Lioliou & Zimmerman 2015	X				X				X	X				X	X	
Lu, Hu, Bi, Huang, & Zhao, 2018	X	X							X				X	X	X	
Martins, Santos, & Vils, 2017	X	X	X		X				X			X	X	X	X	
Miranda & Kim 2006									X					X		
Moon, Choe, Chung, Jung, & Swar, 2016		X								X			X			
Mukhopadhyay, Walden, & Thompson, 2018	X			X		X			X	X	X	X	X	X		
Ngwenyama, & Lee, 1997	X	X							X	X		X	X	X	X	X
Oshri, van Fenema, & Kotlarsky, 2008	X				X				X	X	X	X	X	X	X	
Park, Lee, Lee, & Koo, 2017	X		X												X	
Poppo & Zenger 2002	X	X							X	X			X			
Prado & Takaoka 2006																
Prager 1994	X	X			X				X	X			X		X	
Schermann, Dongus, Yetton, & Krcmar, 2016					X				X	X			X	X	X	
Soliño & Gago De San 2016	X	X							X					X	X	
Susarla 2012		X	X		X				X	X	X	X		X	X	
Valério 2015	X												X			
Wacker, Yang, & Sheu, 2016	X								X		X		X	X	X	
Widermann, Weeger, & Gewald, 2015	X	X									X			X	X	X
Wilkin, Guehman, Sohal, & Zutshi, 2016	X				X				X	X		X	X	X	X	
Williamson 2008		X							X				X	X	X	
Young & Jordan 2002	X		X				X					X	X		X	X
Zitron 2006		X			X				X	X		X	X	X	X	
Total de critérios citados	32	27	13	4	20	10	3	1	31	29	19	18	36	35	34	6

Fonte: Autores

O Quadro 1 identifica os 16 critérios associados às 4 dimensões associadas, cujos nomes não puderam ser colocados. À dimensão Desempenho associam-se os critérios Competitividade, Melhoria técnica, Redução de custos e Foco no negócio, à dimensão Incerteza associam-se os critérios Especificidade do ativo, Duração do contrato, Risco ao negócio e Criticidade do serviço. Para a dimensão Monitoramento associam-se os critérios Acordo de nível de serviços, Evidências empíricas, Transferência de conhecimento e Fiscalização de serviços. E para a dimensão Relacionamento, associam-se os critérios Qualidade, Comunicação, Oportunismo e Interessados (*stakeholders engagement*) ou simplesmente (*stakeholders*).

Quadro 1 - Critérios da Tabela 1

Critérios	
1- Acordo de nível de serviço	9- Qualidade
2- Evidências empíricas	10- Comunicação
3- Transf. de conhecimento	11- Oportunismo
4- Fiscalização de serviços	12- Interessados
5- Competitividade	13- Especificidade do ativo
6- Melhoria técnica	14- Duração do contrato
7- Redução de custos	15- Risco ao negócio
8- Foco no negócio	16- Criticidade do serviço

Fonte: Autores

As definições a seguir referem-se ao contexto da terceirização de TI nos serviços públicos e sua relação entre as dimensões principais e os critérios associados, levantados na literatura.

A dimensão desempenho ocorre quando a empresa pública melhora sua atividade do ponto de vista da TI, na prestação dos serviços públicos, melhorando a capacitação, reduzindo custos e melhorando seu foco na sua missão (Langer & Mani, 2018; Lacity, Khan, & Yan, 2017; Poppo & Zenger, 2002), a dimensão Incerteza pode ligar-se à decisão de terceirização, mas neste estudo ela liga-se aos critérios de cumprimento da gestão contratual e eventuais riscos ao oportunismo da empresa terceirizada (Langer & Mani, 2018; Lacity, Khan, & Yan, 2017; Poppo & Zenger, 2002), a dimensão monitoramento é a própria fiscalização ou o acompanhamento da prestação de serviços da empresa terceirizada de TI pela empresa pública contratante (Wacker, Yang, & Sheu, 2016; Soliño & Gago De Santos, 2016; Goo & Nam, 2007) e a dimensão relacionamento refere-se à relação entre a empresa pública cliente, e a empresa terceirizada, onde há trocas de conhecimento entre os colaboradores de ambas as empresas (Langer & Mani, 2018; Park, Lee, Lee, & Koo, 2017; Miranda & Kim, 2006).

As definições a seguir referem-se ao contexto da terceirização de TI nos serviços públicos e sua relação entre as dimensões principais e os critérios de desempenho associados, levantados na literatura.

O *Acordo de Nível de Serviços (SLA)* é o critério relativo ao compromisso que a empresa de TI terceirizada assume para atender a empresa pública contratante de acordo com o nível de criticidade do problema que irá atender. O SLA ajuda a fiscalização de serviços de TI de terceiros, pois é cláusula contratual e passível de medição de desempenho. As atividades incentivadas pelas empresas para serem competitivas podem ser controladas pelo esforço quando elas são passíveis de boas medidas

(Susarla, Oh, & Tan, 2016). Os efeitos do acordo de nível de serviço SLA no gerenciamento relacional de contratos de terceirização de TI são significativos. O SLA pode estimular uma relação de confiança para o sucesso da terceirização de TI, que é bem elaborada (Goo & Nam, 2007).

A *competitividade* é o critério relativo à satisfação das necessidades e expectativas da empresa pública ligadas à terceirização de TI, como melhoria do serviço, e qualidade no atendimento ao público (Lacity, Khan, & Yan, 2017; Soliño & Gago De Santos, 2016; Goo & Nam, 2007).

O critério *comunicação* está presente na troca de informações ou no diálogo entre duas ou mais entidades, físicas ou jurídicas. A comunicação cria um relacionamento entre a empresa ou os colaboradores que terceirizam, e a empresa terceirizada, facilitando a troca de experiências na terceirização de TI das empresas públicas (Lacity, Khan, & Yan, 2017; Moon, Choe, Chung, Jung, & Swar, 2016; Liang, Wang, Xue, & Cui, 2016).

A *criticidade do serviço* é o critério que estabelece um risco de parada ou descontinuidade da atividade de uma empresa pública. Assim pondera-se quanto um serviço possa estar em risco, estabelecendo-se um grau de importância, ou grau de criticidade, definindo sua importância. Geralmente o serviço terceirizado liga-se a atividades não-críticas ou rotineiras, e não se liga à atividade-fim da empresa pública que terceiriza (Lacity, Khan, & Yan, 2017; Lacity, Solomon, Yan, & Willcocks, 2011; Poppo & Zenger, 2002).

A *duração do contrato* é o critério relacionado ao tempo de contrato que uma empresa pública faz a terceirização de TI, que sempre é fixo ou determinado, para evitar a incerteza ou o risco ao oportunismo licitatório, impedindo a perpetuação de um único fornecedor (Lu, Hu, Bi, Huang, & Zhao, 2018; Martins, Santos, & Vils, 2017; Blaskovich & Mintchik, 2011, Williamson, 2008, Aubert, Houde, Patry, & Rivard, 2003)

O *critério especificidade* do ativo relaciona-se a uma maior ou menor grau de criticidade de um ativo de contrato de terceirização de TI, e a influência com que este ativo influencie os custos de transação por uma empresa pública que terceiriza (Lioliou & Zimmermann, 2015; Alagheband, Rivard, Wu, & Goyette, 2011; Lacity, Solomon, Yan, & Willcocks, 2011).

O critério *Evidências Empíricas (EE)* compreendem serviços de comunicação, a partir do telefone, e-mail, etc., que podem ser usados para trocar conhecimento de informações entre cliente e terceirizado (Davenport & Prusak, 1998). Estas evidências são os registros também podem ser registros importantes de atendimento pela empresa terceirizada em conformidade com o contrato estabelecido (Johansson, 2015; Lin & Vaia, 2015; Alagheband, Rivard, Wu, & Goyette, 2011).

A *Fiscalização de Serviços (FS)* é o critério que representa a atividade de controle sistemático do objeto contratado pela terceirização, na aquisição de bens, prestação de serviços ou na execução de obras, para acompanhar a sua execução que deve obedecer às especificações previstas no contrato. A fiscalização busca um grau ou nível de exigência do controle do contrato, de acordo com a criticidade do ativo. Considerando duas estratégias de terceirização: uma com um único fornecedor e outra com múltiplos fornecedores, um argumento que sempre ameaça perder negócios entre diferentes fornecedores, induzirá cada fornecedor a um nível mais alto de desempenho e qualidade. Com um único provedor de terceirização, há um forte desenvolvimento de relacionamento. Enquanto a estratégia de um único fornecedor deixa a empresa aberta à barganha oportunista e à vulnerabilidade de falha de desempenho, alguns argumentam que ela pode ser eficaz em algumas situações (Ngwenyama, & Lee, 1997).

O critério *foco* no negócio significa quanto a empresa pública terceiriza TI buscando maior atenção na sua missão, e utilizando a TI terceirizada para agilizar e melhorar os serviços públicos que ela oferece (Lacity, Khan, & Yan, 2017; Blaskovitch & Mintchik, 2011; Oshri, van Fenema, & Kotlarsky, 2008).

O critério de nome *interessados (stakeholders engagement)* representa as empresas empenhadas numa colaboração associativa, desde a participação em licitações de TI, como aquelas que já prestam serviços terceirizados, e que obedecem aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência para as empresas públicas (Joshi, Bollen, Hassink, De Haes, & Van Grembergen, 2018; Moon, Choe, Chung, Jung, & Swar, 2016; Zitron, 2006).

A *melhoria técnica* ou *expertise* é o critério ligado à capacidade técnica que a empresa pública pode obter com a terceirização de TI para os seus serviços internos, ou na prestação de seus serviços à população (Joshi, Bollen, Hassink, De Haes, & Van Grembergen, 2018; Lin & Hekkala, 2016; Currie & Guah, 2007).

O critério *oportunismo* está relacionado ao aproveitamento ou a má fé que uma empresa terceirizada pode ter quando não segue os princípios da lei de licitações no Brasil – Lei 8666/1993, tais como legalidade, impessoalidade, moralidade e publicidade, para as empresas públicas (Soliño & Gago De Santos, 2016; Valéro, 2015; Williamson, 2008; Geyskens, Steenkamp, & Kumar, 2006).

A *qualidade* é o critério que significa a possibilidade da melhoria na execução da prestação de serviços públicos pela terceirização de TI, através de especialidades e capacidades que a empresa pública não possui, como também a melhoria de rotinas e processos internos (Lu, Hu, Bi, Huang, & Zhao, 2018; Lin & Hekkala, 2016; Johansson, 2015).

O *critério redução de custos* relaciona-se à estratégia da empresa pública quando terceiriza um serviço ou processo não essencial ao seu negócio, visando maior desempenho na prestação de serviços públicos (Langer & Mani, 2018; Fairchild, 2004; Domberger, Fernandez, & Fiebig, 2000).

O *risco ao negócio* é o critério associado à possibilidade para a vulnerabilidade ao negócio, durante a gestão ou a execução da ITO, ligado à dimensão Incerteza. Pode estar presente quando a ITO causa vulnerabilidades, tanto no ambiente corporativo, como na prestação de serviços a clientes (Lacity, Khan, & Yan, 2017; Blaskovich & Mintchik, 2011; Young & Jordan, 2002).

A *Transferência de Conhecimento (TC)* é o critério através do qual uma organização identifica e aprende o conhecimento específico de outra organização (Hansen, 1999), tornando-se uma questão fundamental para o trabalho globalmente distribuído, como projetos de desenvolvimento global (Kotlarsky & Oshri, 2005). Desde 2010 os estudos sobre a ITO já não se concentram no problema da motivação da terceirização nas empresas públicas, mas principalmente no relacionamento com as empresas terceirizadas. (Liang, Wang, Xue, & Cui, 2016). Em alguns casos, a aquisição de conhecimento de terceirizado para o cliente é tão importante que existem cláusulas contratuais específicas e aumento de custos com treinamento. O excesso de custos do cliente foi causado mais pela necessidade de maior transferência de conhecimento do que pela necessidade de proteção contra o oportunismo do fornecedor (Lacity, Solomon, Yan, & Willcocks, 2011).

O Quadro 2 mostra as quatro dimensões principais, os 16 critérios associados a cada uma, as palavras-chave e as referências associadas.

Quadro 2 - Dimensões, critérios, palavras-chave e referências para a ITO

Dimensões/Critérios	Palavras-chave	Referências
Desempenho	<i>Performance</i>	Langer & Mani , 2018; Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Poppo & Zenger , 2002
Competitividade	<i>Competitiveness</i>	Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Soliño & Gago De Santos , 2016; Goo & Nam, 2007
Melhoria técnica	<i>Technical improvement</i>	Joshi, Bollen, Hassink, De Haes, & Van Grembergen, 2018 ; Lin & Hekkala, 2016; Currie & Guah , 2007
Redução de custos	<i>Cost reduction</i>	Langer & Mani , 2018; Fairchild, 2004; Domberger , Fernandez, & Fiebig, 2000
Foco no negócio	<i>Focus on business</i>	Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Blaskovich & Mintchik , 2011; Oshri, van Fenema, & Kotlarsky, 2008
Incerteza	<i>Uncertainty</i>	Langer & Mani , 2018; Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Poppo & Zenger , 2002
Especificidade do ativo	<i>Asset specificity</i>	Lioliou & Zimmermann , 2015; Alagheband, Rivard, Wu, & Goyette , 2011; Lacity, Solomon, Yan, & Willcocks, 2011
Duração do contrato	<i>Contract duration</i>	Martins, Santos, & Vils, 2017 ; Williamson , 2008; Aubert, Houde, Patry, & Rivard, 2003
Risco ao negócio	<i>Business risk</i>	Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Blaskovich & Mitchik , 2011; Young & Jordan, 2002
Criticidade do serviço	<i>Service criticality</i>	Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Lacity, Solomon, Yan, & Willcocks, 2011; Poppo & Zenger , 2002
Monitoramento	<i>Monitoring</i>	Wacker, Yang, & Sheu, 2016 ; Soliño & Gago De Santos , 2016; Goo & Nam, 2007
Acordo de nível de serviço	<i>Service level agreement</i>	Lacity, Khan, & Yan, 2017; Schermann, Dongus, Yetton, & Krcmar, 2016 ; Susarla, 2012; Poppo & Zenger , 2002
Evidências empíricas	<i>Empirical evidence</i>	Soliño & Gago De Santos , 2016; Blaskovich & Mintchik , 2011; Geyskens, Steenkamp, & Kumar, 2006 ; Domberger , Fernandez, & Fiebig, 2000
Transferência de conhecimento	<i>Knowledge transfer</i>	Langer & Mani , 2018; Wilkin, Couchman, Sohal, & Zutshi, 2016 ; Dibbern, Winkler, & Heinzl, 2008 ; Oshri, van Fenema, & Kotlarsky, 2008
Fiscalização de serviços	<i>Services supervision</i>	Alagheband, Rivard, Wu, & Goyette , 2011; Blaskovich & Mintchik , 2011; Kern, Willcocks, & Van Heck, 2002 ; Poppo & Zenger, 2002
Relacionamento	<i>Relationship</i>	Langer & Mani , 2018; Park, Lee, Lee, & Koo, 2017 ; Miranda & Kim, 2006
Qualidade	<i>Quality</i>	Lu, Hu, Bi, Huang, & Zhao, 2018 ; Lin & Hekkala, 2016; Johansson , 2015
Comunicação	<i>Communication</i>	Lacity, Khan, & Yan, 2017 ; Moon, Choe, Chung, Jung, & Swar, 2016; Liang, Wang, Xue, & Cui, 2016
Oportunismo	<i>Opportunism</i>	Soliño & Gago De Santos , 2016; Williamson , 2008; Geyskens, Steenkamp, & Kumar, 2006
Interessados	<i>Stakeholders</i>	Joshi, Bollen, Hassink, De Haes, & Van Grembergen, 2018 ; Moon, Choe, Chung, Jung, & Swar, 2016 ; Zitron, 2006

Fonte: Autores

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ITO pública não possui uma uniformidade de conceitos na literatura, por ser um assunto muito abrangente, que possui diferentes campos de atuação, englobando desde a alta administração das empresas com a governança de TI e o planejamento estratégico, passando pela gestão de contratos específicos de TI nas empresas públicas, com sua própria legislação, até os níveis hierárquicos mais baixos como o gerencial e o operacional, onde é feita a gestão da terceirização de TI.

É preciso considerar uma diferença inerente entre empresas públicas e privadas, porque elas acabam refletindo sobre como esses diferentes setores tratam a terceirização de TI e o gerenciamento de contratos. Como tal, é natural perceber que os mesmos critérios podem aparecer nos dois contextos, mas suas ordens de criticidade e seus pesos relativos podem diferir significativamente.

Os estudos correntes a respeito de terceirização de TI se dividem principalmente em duas categorias – isto é, aqueles voltados à decisão estratégica e intencional de terceirização ou então aqueles cujo foco é o resultado deste processo, ou na estratégia realizada (Mintzberg & Waters, 1985; Du, Pan, & Wu, 2020). Entretanto, a literatura carece de uma discussão e interpretação dos diversos critérios relevantes durante a terceirização, uma vez que afetam estratégias estabelecidas na execução dos contratos, em especial se ligados a níveis hierárquicos diferentes.

Neste sentido, este trabalho visa colaborar com o desenvolvimento da teoria ao dar foco a este período intermediário – a fiscalização durante a execução contratual de TI pública. Conforme os dados obtidos, observou-se uma tendência geral de oposição entre os níveis hierárquicos estratégico e operacional, com diferentes visões na gestão contratual. Ao possuir um perfil político-administrativo, o nível estratégico segue mais os aspectos burocráticos alinhados ao seu papel na empresa, e como gestor preocupa-se em estabelecer contratos mais regulamentados e cláusulas mais restritas, a fim de não sofrer eventual oportunismo da empresa terceirizada. Além disto, busca uma proteção de seu posicionamento na estrutura organizacional – o que é um indicativo de problemas de agência.

A revisão da literatura suscitou quatro dimensões principais (exceto aqueles vinculados às legislações locais) que podem ter um impacto significativo no desempenho público da terceirização de TI (Monitoramento, Desempenho, Relacionamento e Incerteza). As análises realizadas validam esses critérios para o contexto dos órgãos públicos, mas em uma ordem diferente de criticidade e peso. Isso pode fazer com que estudos futuros reconsiderem seus resultados e resultados, uma vez que seu comportamento medido pode divergir do esperado na literatura devido a essa incompatibilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos estudos sobre terceirização pública de TI não considera as despesas e a criticidade do monitoramento ou da supervisão dos contratos com empresas terceirizadas para o seu sucesso. Por outro lado, a terceirização de TI no setor público não recebe tanta atenção da literatura científica. Esta pesquisa aponta para a possibilidade de estudos sobre terceirização pública de TI sofrerem distorções na aplicação da teoria e na medição empírica devido à adoção da terceirização privada de TI sem adaptação. Observou-se que durante a revisão de literatura verificou-se que a maior parte dos estudos da literatura consideram a terceirização de TI privada, havendo uma lacuna para os estudos de terceirização no setor público.

Esta pesquisa contribui de forma prática na ampliação do entendimento da gestão e fiscalização de contratos da ITO em empresas públicas, como a relação com as empresas fornecedoras, o aspecto da regulamentação legal, e a forma com que gestores e fiscais de contratos encaram a ITO.

Amplia-se o entendimento na relação entre os fornecedores de ITO pública e os clientes públicos, uma vez que os fornecedores de ITO melhoram gradualmente a prestação de serviço (Du, Pan, & Wu, 2020), através de renovações contratuais ou termos aditivos, que estendem os tempos de contratos, e um maior relacionamento entre os colaboradores de fornecedor e os fiscais de contrato, passando a um conhecimento melhor das necessidades e do perfil do cliente público.

Por outro lado, esta pesquisa corrobora com a literatura na compreensão sobre a grande regulamentação da legislação brasileira vigente para ITO pública, assemelhando-se à estratégia imposta pelo ambiente (Mintzberg & Waters, 1985), criando limitações à empresa pública, comparativamente às empresas privadas que possuem contratos com maior flexibilidade, cláusulas de premiação ao invés de cláusulas apenas punitivas, impactando na pró-atividade e no aumento de lucros.

Outra contribuição que se ressalta é a importância do fiscal de contratos da ITO pública, em possuir um conhecimento técnico para o cumprimento da execução, da fiscalização e do registro das ocorrências contratuais (da Costa, 2013), como se apresentam os resultados do nível Operacional ao critério EAT Especificidade do ativo na dimensão Incerteza.

As limitações desta pesquisa referem-se a sua regionalidade: os dados foram coletados em apenas um país (Brasil), pois sendo uma vantagem em termos de comparação (o Brasil possui uma legislação bastante conservadora que não permite parcerias público-privadas flexíveis como em outros países), isso pode ser um problema para replicação. Outra limitação é o fato de o Brasil estar passando por uma grave crise financeira que pode afetar as respostas de alto escalão, com reflexos na produção acadêmica (Martins & Lucato, 2018; Martins, Santos, & Vils, 2017; Martins, Felisoni, & Gaspar, 2020). De forma prática, (Huff, 2008) sugere que, de forma conservadora, pesquisadores iniciantes se atenham a contribuições novas, mas em domínios devidamente estabelecidos.

Esta pesquisa apresenta lacunas para pesquisas futuras como um estudo de gerenciamento de terceirização de TI pública considerando-se ativos de contratos que possam ser supervisionados, monitorados ou controlados, para uma possível inclusão de cláusulas contratuais mais flexíveis durante a execução do contrato de TI, enfatizando uma maior gestão contratual pelas partes interessadas, e um maior compartilhamento de conhecimento entre empresas terceirizadas de TI e empresas públicas.

Por outro lado, ainda que as leis brasileiras não especifiquem um perfil específico para a gestão e fiscalização de contratos, este estudo também contribui com a discussão sobre três visões hierárquicas deferentes para a gestão e fiscalização de contratos de ITO nas empresas públicas.

REFERÊNCIAS

- Alaghehband, F. K., Rivard, S., Wu, S., & Goyette, S. (2011). An assessment of the use of transaction cost theory in information technology outsourcing. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(2), 125-138.
- Arlbjørn, J. S., & Freytag, P. V. (2012). Public procurement vs private purchasing. *International Journal of Public Sector Management*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2011). ABNT NBR ISO/IEC 20000-1 - Gerenciamento de serviços em Tecnologia da Informação.
- Aubert, B., Houde, J. F., Patry, M., & Rivard, S. (2003, January). Characteristics of IT outsourcing contracts. In 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2003. Proceedings of the (pp. 9-pp). IEEE.
- Benito, B., Guillamon, M. D., & Bastida, F. (2015). Public versus Private in Municipal Services Management. *Lex localis-Journal of Local Self-Government*, 13(4).
- Blaskovich, J., & Mintchik, N. (2011). Information technology outsourcing: A taxonomy of prior studies and directions for future research. *Journal of Information Systems*, 25(1), 1-36.
- Bovaird, T. (2016). The ins and outs of outsourcing and insourcing: what have we learnt from the past 30 years?. *Public Money & Management*, 36(1), 67-74.
- Brasil. LEI 8.666, de 21 junho de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- Brown, T. L., & Potoski, M. (2003). Transaction costs and institutional explanations for government service production decisions. *Journal of Public Administration research and theory*, 13(4), 441-468.
- Burn, J. M., & Szeto, C. (2000). A comparison of the views of business and IT management on success factors for strategic alignment. *Information & management*, 37(4), 197-216.
- Burnes, B., & Anastasiadis, A. (2003). Outsourcing: a public-private sector comparison. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Chang, Y. B., Gurbaxani, V., & Ravindran, K. (2017). Information Technology Outsourcing: Asset Transfer and the Role of Contract. *MIS Q.*, 41(3), 959-973.
- Coase, R. H. (1995). The nature of the firm. In *Essential readings in economics* (pp. 37-54). Palgrave, London.
- Cohen, L., & Young, A. (2006). *Multisourcing: Moving beyond outsourcing to achieve growth and agility*. Harvard Business Press.
- Common, R. (2004). Organisational learning in a political environment: Improving policy-making in UK government. *Policy studies*, 25(1), 35-49.
- Cordella, A., & Willcocks, L. (2010). Outsourcing, bureaucracy and public value: Reappraising the notion of the “contract state”. *Government information quarterly*, 27(1), 82-88.
- Cordella, A., & Willcocks, L. (2012). Government policy, public value and IT outsourcing: The strategic case of ASPIRE. *The journal of strategic information systems*, 21(4), 295-307.
- da Costa, A. F. (2013). Aspectos gerais sobre o fiscal de contratos públicos. *Revista Controle: Doutrinas e artigos*, 11(1), 105-128.
- Currie, W. L., & Guah, M. W. (2007). Conflicting institutional logics: a national programme for IT in the organisational field of healthcare. *Journal of Information Technology*, 22(3), 235-247.

- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Working knowledge: Managing what your organization knows*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 210.
- Dibbern, J., Goles, T., Hirschheim, R., & Jayatilaka, B. (2004). Information systems outsourcing: a survey and analysis of the literature. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 35(4), 6-102.
- Dibbern, J., Winkler, J., & Heinzl, A. (2008). Explaining variations in client extra costs between software projects offshored to India. *MIS quarterly*, 32(2), 333-366.
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American sociological review*, 147-160.
- Domberger, S., Fernandez, P., & Fiebig, D. G. (2000). Modelling the price, performance and contract characteristics of IT outsourcing. *Journal of Information Technology*, 15(2), 107-118.
- dos Santos, J. G. (2013). Proposta de melhoria do processo de contratação de serviços de TI e da gestão dos contratos na administração pública federal. *Revista Eixo*, 2(1), 17-38.
- Du, W., Pan, S. L., & Wu, J. (2020). How do IT outsourcing vendors develop capabilities? An organizational ambidexterity perspective on a multi-case study. *Journal of Information Technology*, 35(1), 49-65.
- Fairchild, A. M. (2004, January). Information technology outsourcing (ITO) governance: An examination of the outsourcing management maturity model. In *37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2004. Proceedings of the* (pp. 8-pp). IEEE.
- Fitoussi, D., & Gurbaxani, V. (2012). IT outsourcing contracts and performance measurement. *Information Systems Research*, 23(1), 129-143.
- Foogooa, R. (2008). IS outsourcing—a strategic perspective. *Business Process Management Journal*.
- Gantman, S. (2011). IT outsourcing in the public sector: A literature analysis. *Journal of Global Information Technology Management*, 14(2), 48-83.
- Geyskens, I., Steenkamp, J. B. E., & Kumar, N. (2006). Make, buy, or ally: A transaction cost theory meta-analysis. *Academy of management journal*, 49(3), 519-543.
- Goo, J., & Nam, K. (2007, January). Contract as a source of trust--commitment in successful IT outsourcing relationship: an empirical study. In *2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)* (pp. 239a-239a). IEEE.
- Guarda, G. F. (2011). Análise de contratos de terceirização de TI na Administração Pública Federal sob a ótica da Instrução Normativa nº 4.
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1992). Strategic alignment: a model for organizational transformation through information technology. *Transforming organizations*, 97-117.
- Högberg, E. (2010). Outsourcing public sector activities-How is quality maintained when public health care services are subject to contracting out?.
- Huff, A. S. (2008). *Designing research for publication*. Sage.
- Jensen, P. H., & Stonecash, R. E. (2005). Incentives and the efficiency of public sector-outsourcing contracts. *Journal of economic Surveys*, 19(5), 767-787.
- Johansson, T. (2015). A critical appraisal of the current use of transaction cost explanations for government make-or-buy choices: Towards a contingent theory and forms of tests. *Public Management Review*, 17(5), 661-678.
- Joshi, A., Bollen, L., Hassink, H., De Haes, S., & Van Grembergen, W. (2018). Explaining IT governance disclosure through the constructs of IT governance maturity and IT strategic role. *Information & Management*, 55(3), 368-380.
- Karimi-Alagheband, F., & Rivard, S. (2019). Information technology outsourcing and architecture dynamic capabilities as enablers of organizational agility. *Journal of Information Technology*, 34(2), 129-159.

- Karimi-Alagheband, F., & Rivard, S. (2020). IT outsourcing success: A dynamic capability-based model. *The Journal of Strategic Information Systems*, 29(1), 101599.
- Kale, P., Singh, H., & Perlmutter, H. (2000). Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: Building relational capital. *Strategic management journal*, 21(3), 217-237.
- Kern, T., Willcocks, L. P., & Van Heck, E. (2002). The winner's curse in IT outsourcing: Strategies for avoiding relational trauma. *California Management Review*, 44(2), 47-69.
- Khalfan, A. M. (2004). Information security considerations in IS/IT outsourcing projects: a descriptive case study of two sectors. *International Journal of Information Management*, 24(1), 29-42.
- Koh, C., Ang, S., & Straub, D. W. (2004). IT outsourcing success: A psychological contract perspective. *Information systems research*, 15(4), 356-373.
- Kotlarsky, J., & Oshri, I. (2005). Social ties, knowledge sharing and successful collaboration in globally distributed system development projects. *European Journal of Information Systems*, 14(1), 37-48.
- Lacity, M. C., Willcocks, L. P., & Feeny, D. (2009). Making the outsourcing decision. In *Information Systems and Outsourcing* (pp. 212-234). Palgrave Macmillan, London.
- Lacity, M. C., Solomon, S., Yan, A., & Willcocks, L. P. (2011). Business process outsourcing studies: a critical review and research directions. *Journal of information technology*, 26(4), 221-258.
- Lacity, M., & Willcocks, L. (2012). Outsourcing business and IT services: the evidence of success, robust practices and contractual challenges. *Legal Information Management*, 12(1), 2-8.
- Lacity, M., & Willcocks, L. (2014). Business process outsourcing and dynamic innovation. *Strategic Outsourcing: An International Journal*.
- Lacity, M. C., Khan, S. A., & Yan, A. (2017). Review of the empirical business services sourcing literature: an update and future directions. In *Outsourcing and offshoring business services* (pp. 499-651). Palgrave Macmillan, Cham.
- Langer, N., & Mani, D. (2018). Impact of Formal Controls on Client Satisfaction and Profitability in Strategic Outsourcing Contracts. *Journal of Management Information Systems*, 35(4), 998-1030.
- Lee, Y., & Cavusgil, S. T. (2006). Enhancing alliance performance: The effects of contractual-based versus relational-based governance. *Journal of business research*, 59(8), 896-905.
- Lee, J. (2017). Strategic risk analysis for information technology outsourcing in hospitals. *Information & Management*, 54(8), 1049-1058.
- Liang, H., Wang, J. J., Xue, Y., & Cui, X. (2016). IT outsourcing research from 1992 to 2013: A literature review based on main path analysis. *Information & Management*, 53(2), 227-251.
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, 55(12), 3609-3629.
- Lin, C., Pervan, G., & McDermid, D. (2007). Issues and recommendations in evaluating and managing the benefits of public sector IS/IT outsourcing. *Information Technology & People*.
- Lin, T., & Vaia, G. (2015). The concept of governance in IT outsourcing: a literature review.
- Lin, T., & Hekkala, R. (2016). Governance structure in IT outsourcing: a network perspective. *Strategic Outsourcing: An International Journal*.
- Lioliou, E., & Zimmermann, A. (2015). Vendor opportunism in IT outsourcing: a TCE and social capital perspective. *Journal of Information Technology*, 30(4), 307-324.
- Lu, F., Hu, Y., Bi, H., Huang, M., & Zhao, M. (2018). An auction approach for cost and schedule management of IT outsourcing project. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 35(05), 1850034.
- Marco-Simó, J. M., & Pastor-Collado, J. A. (2020). IT outsourcing in the public sector: A descriptive framework from a literature review. *Journal of Global Information Technology Management*, 23(1), 25-52.

- Martins, F. S., Santos, E. B. A., & Vils, L. (2017). Organizational creativity in innovation—a multicriteria decision analysis. *Independent Journal of Management & Production*, 8(4), 1223-1245.
- Martins, F. S., & Lucato, W. C. (2018). Structural production factors' impact on the financial performance of agribusiness cooperatives in Brazil. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Martins, F. S., Felisoni, P. R., & Gaspar, M. A. (2020). Planejando publicações acadêmicas—o papel do pesquisador e o desenvolvimento de propostas publicáveis. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, 19(3), 164-181.
- Miranda, S. M., & Kim, Y. M. (2006). Professional versus political contexts: institutional mitigation and the transaction cost heuristic in information systems outsourcing. *Mis Quarterly*, 725-753.
- Mintzberg, H., & Waters, J. A. (1985). Of strategies, deliberate and emergent. *Strategic management journal*, 6(3), 257-272.
- Moon, J., Choe, Y. C., Chung, M., Jung, G. H., & Swar, B. (2016). IT outsourcing success in the public sector: Lessons from e-government practices in Korea. *Information Development*, 32(2), 142-160.
- Mukhopadhyay, T., Walden, E., & Thompson, M. A. (2017). IT Contract Flexibility and Negotiator Incentives. *Managerial and Decision Economics*, 38(3), 291-301.
- Neves, R. G. (2018). Governança relacional na governança de terceirização de serviços de TI de uma empresa pública brasileira: um estudo exploratório.
- Ngwenyama, O. K., & Lee, A. S. (1997). Communication richness in electronic mail: Critical social theory and the contextuality of meaning. *MIS quarterly*, 145-167.
- Oshri, I., van Fenema, P. C., & Kotlarsky, J. (2008). Knowledge transfer in globally distributed teams: the role of transactive memory. In *Knowledge Processes in Globally Distributed Contexts* (pp. 24-52). Palgrave Macmillan, London.
- Park, J., Lee, J. N., Lee, O. K. D., & Koo, Y. (2017). Alignment between internal and external IT governance and its effects on distinctive firm performance: An extended resource-based view. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 64(3), 351-364.
- Parreira, G. C. (2018). Modelo de decisão para gestão de riscos de contratos de serviços de TI no Poder Judiciário Brasileiro.
- Prado, E. P. V., & Takaoka, H. (2006). A terceirização da tecnologia de informação e o perfil das organizações. *Revista de Administração-RAUSP*, 41(3), 245-256.
- Poppo, L., & Zenger, T. (2002). Do formal contracts and relational governance function as substitutes or complements?. *Strategic management journal*, 23(8), 707-725.
- Poleto, T. (2012). Abordagem Multicritério Para Decisão de Terceirização de Serviços de TI (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).
- Prager, J. (1994). Contracting out government services: Lessons from the private sector. *Public administration review*, 176-184.
- Qu, W. G., Pinsoneault, A., & Oh, W. (2011). Influence of industry characteristics on information technology outsourcing. *Journal of Management Information Systems*, 27(4), 99-128.
- Rodrigues, J. G. L. (2010). Diretrizes para implantação da governança de TI no setor público brasileiro à luz da teoria institucional.
- Schermann, M., Dongus, K., Yetton, P., & Krcmar, H. (2016). The role of Transaction Cost Economics in Information Technology Outsourcing research: A meta-analysis of the choice of contract type. *The Journal of Strategic Information Systems*, 25(1), 32-48.
- Silva, M. M., Poleto, T., de Gusmão, A. P. H., & Costa, A. P. C. S. (2020). A strategic conflict analysis in IT outsourcing using the graph model for conflict resolution. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Skipworth, H., Delbufalo, E., & Mena, C. (2020). Logistics and procurement outsourcing in the healthcare sector: a comparative analysis. *European Management Journal*.

- Soliño, A. S., & Gago de Santos, P. (2016). Influence of the tendering mechanism in the performance of public-private partnerships: A transaction cost approach. *Public performance & management review*, 40(1), 97-118.
- Susarla, A. (2012). Contractual flexibility, rent seeking, and renegotiation design: An empirical analysis of information technology outsourcing contracts. *Management Science*, 58(7), 1388-1407.
- Susarla, A., Oh, J. H., & Tan, Y. (2016). Influentials, imitables, or susceptibles? Virality and word-of-mouth conversations in online social networks. *Journal of Management Information Systems*, 33(1), 139-170.
- Valéro, V. (2015). Government opportunism in public-private partnerships. *Journal of public economic theory*, 17(1), 111-135.
- Wacker, J. G., Yang, C., & Sheu, C. (2016). A transaction cost economics model for estimating performance effectiveness of relational and contractual governance. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Widemann, A., Weeger, A., & Gewald, H. (2015, January). Organizational structure vs. capabilities: Examining critical success factors for managing IT service delivery. In 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 4564-4574). IEEE.
- Fehrenbacher, D. D., & Wiener, M. (2019). The dual role of penalty: The effects of IT outsourcing contract framing on knowledge-sharing willingness and commitment. *Decision support systems*, 121, 62-71.
- Wilkin, C. L., Couchman, P. K., Sohal, A., & Zutshi, A. (2016). Exploring differences between smaller and large organizations' corporate governance of information technology. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 6-25.
- Williamson, O. E. (1979). Transaction-cost economics: the governance of contractual relations. *The journal of Law and Economics*, 22(2), 233-261.
- Williamson, O. E. (1988). Technology and transaction cost economics: a reply. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 10(3), 355-363.
- Williamson, O. E. (2007). The economic institutions of capitalism. Firms, markets, relational contracting. In *Das Summa Summarum des Management* (pp. 61-75). Gabler.
- Williamson, O. E. (2008). Outsourcing: Transaction cost economics and supply chain management. *Journal of supply chain management*, 44(2), 5-16.
- Willcocks, L. P., & Lacity, M. (2001). Global IT outsourcing: search for business advantage.
- Yang, Q., Zhao, X., Yeung, H. Y. J., & Liu, Y. (2016). Improving logistics outsourcing performance through transactional and relational mechanisms under transaction uncertainties: Evidence from China. *International Journal of Production Economics*, 175, 12-23.
- Young, R. C., & Jordan, E. (2002). *IT Governance and Risk Management: an integrated multi-stakeholder framework*. Asia Pacific Decision Sciences Institute, Bangkok, Thailand.
- Zitron, J. (2006). Public-private partnership projects: Towards a model of contractor bidding decision-making. *Journal of purchasing and supply management*, 12(2), 53-62.

PROPRIEDADE INTELECTUAL: A PROTEÇÃO DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Junior Leal do Prado

Instituto Federal de Sergipe – IFS

jrprado@gmail.com

RESUMO

O presente capítulo aborda a propriedade intelectual ao evidenciar a importância da proteção de programas de computador. Assim, conceitos e aspectos legais são delineados pelo autor visando a aproximação e ampliação do conhecimento de temas relacionados à propriedade intelectual para pesquisadores, empreendedores, gestores e demais interessados da

área de Tecnologia da Informação, o que pode impulsionar o desenvolvimento da inovação tecnológica no país.

Palavras-chave:

Propriedade Intelectual; Software;
Inovação Tecnológica; Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

This chapter addresses intellectual property by highlighting the importance of protecting computer programs. Thus, concepts and legal aspects are outlined by the author with a view to bringing together and expanding knowledge on topics related to intellectual property for researchers, entrepreneurs, managers and other stakeholders in the area of

Information Technology, which can boost the development of technological innovation in the country.

Keywords:

*Intellectual Property; Software;
Technologic innovation; Information Technology.*

INTRODUÇÃO

Por que falar sobre propriedade intelectual? Qual a relação dela com o programa de computador? Em tempos de globalização, aumento da velocidade de informações e desenvolvimento acelerado em áreas que favorecem o empreendedorismo e a criação, as quais resultam em inovação, compreende-se que não se pode dissociar a proteção e o reconhecimento do que é inovador, e isto merece toda a nossa atenção.

Hoje em dia a questão da propriedade intelectual vem sendo cada vez mais discutida. A propriedade intelectual é um tema de crescente relevância não somente para a economia do país como também para o meio acadêmico e empresarial. E neste ínterim, vem ganhando pujante destaque na chamada Era Digital a discussão que permeia os mecanismos jurídicos que garantem a propriedade intelectual dos programas de computador (RODRIGUES; BERBERT; TEIXEIRA, 2013).

Portanto, o presente capítulo aborda a propriedade intelectual ao evidenciar a importância da proteção de programas de computador; sem a pretensão de esgotar a vasta e atual discussão que a envolve. Assim, conceitos e aspectos legais são delineados visando a aproximação e ampliação do conhecimento das temáticas relacionadas à propriedade intelectual para pesquisadores, empreendedores, gestores e demais interessados da área de Tecnologia da Informação, o que pode impulsionar a inovação tecnológica tendo em vista o desenvolvimento tecnológico e econômico do país.

O que é a propriedade intelectual?

A convenção da Organização Mundial da Propriedade Intelectual – OMPI (ou *World Intellectual Property Organization – WIPO* em inglês) compreende que a propriedade intelectual se refere, em sentido amplo, às criações do espírito humano e aos direitos de proteção dos interesses dos criadores sobre suas criações. A propriedade intelectual consiste na informação ou no conhecimento incorporado nessas criações ou objetos, sendo, portanto, um ativo intangível (JUNGMANN; BONETTI, 2010).

A propriedade intelectual no Brasil está dividida em três modalidades que são: o Direito Autoral, a Proteção *Sui generis* e a Propriedade Industrial. O Direito Autoral é subdividido em Direitos de Autor, Direitos Conexos e Programas de Computador. Na Proteção *Sui generis* estão incluídos Topografia de Circuito Integrado, Conhecimentos Tradicionais e Cultivares. Na proteção da Propriedade Industrial estão incluídos Desenho Industrial, Indicação Geográfica, Marca, Segredo Industrial e Patente (ARAÚJO; BARBOSA; QUEIROGA; ALVES, 2010).

As informações sobre as propriedades intelectuais depositadas e/ou registradas podem ser pesquisadas nas bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), uma vez que segundo a Lei nº 9.279/1996 (Lei da Propriedade Industrial), uma das atribuições do INPI é executar, no âmbito nacional, as normas que regulam a Propriedade Industrial de acordo com a referida lei, tendo em vista a sua função social, econômica, jurídica e técnica.

O INPI é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Economia responsável pelo

aperfeiçoamento, disseminação e gestão do sistema brasileiro de concessão e garantia de direitos de propriedade intelectual para a indústria (INPI, 2020a). Portanto, o INPI é o único responsável pelo registro e concessão de marcas, patentes, desenho industrial, indicação geográfica, programa de computador, topografia de circuito integrado e averbações de contratos de franquia e contratos de transferência de tecnologia.

E os programas de computador?

O computador é composto por *hardware* e *software*. O termo *hardware* faz referência ao equipamento e às suas partes físicas. No caso do computador, o *hardware* é formado pelos componentes eletrônicos ou qualquer outro material físico necessário para o seu funcionamento. Já o *software* é a parte lógica da informática, isto é, tem a função de fornecer instruções para o *hardware*, capacitando-o para realizar as operações de um determinado equipamento. Assim, *softwares* são quaisquer programas de computador que possam ser utilizados, instalados, executados etc., de forma que a combinação entre *software* e *hardware* façam o computador funcionar de forma correta e eficiente (RODRIGUES; BERBERT; TEIXEIRA, 2013).

Os programas de computador são frutos da criação intelectual humana baseados em uma ou mais linguagens de programação que resultam em códigos-fonte, sendo que estes são interpretados e executados por uma máquina ou processador. Deste modo, eles estão inseridos em nosso cotidiano quando utilizamos celulares, *tablets*, computadores e demais dispositivos que executam os mesmos (SPEZIALI et al., 2016; INPI, 2019). Para fins deste capítulo, será abordado especificamente o *software* ou programa de computador por embasar o cerne da discussão que permeia seu registro na modalidade de direito autoral no Brasil.

De acordo com Dias e Vidotti (2012), os programas de computador são tão importantes para a sociedade contemporânea que não seria exagero afirmar que o mundo como é conhecido hoje não existiria sem as suas inserções. Logo, assegurar uma forma de retorno aos investimentos no desenvolvimento de programa de computador é crucial para estimular os esforços de inovação tecnológica (ANDRADE et al., 2007).

A legislação brasileira

As leis brasileiras: Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, conhecida por Lei dos Direitos Autorais e Conexos; e a Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998, conhecida por Lei do *Software* fundamentam a corrente escrita (BRASIL, 1998a, 1998b). Desta forma, destaca-se o artigo primeiro da Lei do *Software*, que traz a definição de programa de computador como:

[...] a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados (BRASIL, 1998a, p. 1).

O programa de computador é protegido pela Lei do Software como bem intangível no mesmo regime conferido pela Lei dos Direitos Autorais e Conexos às obras literárias, artísticas e científicas (art. 2º., da Lei nº 9.609/1998). O pedido do seu registro junto ao INPI é realizado por meio da documentação formal e técnica. A documentação formal é relativa à autoria e à titularidade do programa, já a

documentação técnica refere-se à documentação do programa em si, ou seja, à listagem integral ou parcial do código-fonte ou objeto, além das especificações e fluxogramas do programa de computador (INPI, 2020b).

Vale salientar que o programa de computador não necessita de registro, isto é, o registro é opcional nos termos expressos pelo parágrafo 3º, do artigo 2º, da Lei nº 9.609/1998. Entretanto, para a segurança do direito à propriedade intelectual, o autor poderá solicitar o pedido de registro do programa de computador junto ao INPI.

Este registro não é obrigatório, mas é estratégico para a comprovação da autoria do programa, principalmente, nas hipóteses da utilização indevida por terceiros, uma vez que o registro de programa de computador é o instrumento legítimo para a comprovação da autoria e da titularidade (FAPESP, 2009; MOERBECK, 2014). Diante dos casos de processos relativos à concorrência desleal, cópias não autorizadas, pirataria, dentre outros, o registro pode ser muito útil ao proporcionar maior segurança jurídica ao seu detentor para proteger o seu ativo de negócio (INPI, 2020c).

O requisito principal para o registro de programa de computador é que ele seja original. Caso o pedido de registro seja deferido pelo INPI, o autor obterá as garantias legais de exclusividade na produção, uso e comercialização sobre o programa, bem como o exercício do direito contra terceiros. A proteção do programa de computador é assegurada pelo prazo de 50 anos contados a partir de 1º de janeiro do ano subsequente ao da sua publicação ou, na ausência desta, da sua criação de acordo com o parágrafo 2º, do artigo 2º, da Lei nº 9.609/1998.

A Lei do *Software* garante os mesmos direitos aos estrangeiros domiciliados no exterior, desde que o país de origem do programa conceda aos brasileiros e estrangeiros domiciliados no Brasil direitos equivalentes. Assim, a abrangência da proteção de programa de computador é internacional, de modo que países signatários da Convenção de Berna concedem direitos iguais aos criadores de programa de computador (JUNGMANN; BONETTI, 2010).

Com relação aos limites da proteção de programa de computador e suas exceções, de acordo com o artigo 6º, da Lei nº 9.609/1998, não constituem ofensa aos direitos do titular de programa de computador:

- I - a reprodução, em um só exemplar, de cópia legitimamente adquirida, desde que se destine à cópia de salvaguarda ou armazenamento eletrônico, hipótese em que o exemplar original servirá de salvaguarda;
- II - a citação parcial do programa, para fins didáticos, desde que identificados o programa e o titular dos direitos respectivos;
- III - a ocorrência de semelhança de um programa a outro, preexistente, quando se der por força das características funcionais de sua aplicação, da observância de preceitos normativos e técnicos, ou de limitação de forma alternativa para a sua expressão;
- IV - a integração de um programa, mantendo-se suas características essenciais, a um sistema aplicativo ou operacional, tecnicamente indispensável às necessidades do usuário, desde que para o uso exclusivo de quem a promoveu.

Em discussão: a proteção de programas de computador e de patente

A legislação brasileira e suas implicações revelam que o progresso tecnológico vem levantando polêmicas quanto a forma ideal para o registro dessa modalidade de propriedade intelectual (ANDRADE et al., 2007). Deste modo, alguns pesquisadores brasileiros, tais como: Andrade et al. (2007), Dias e Vidotti (2012) e Rodrigues, Berbert e Teixeira (2013), vêm contribuindo para o entendimento da questão, a do direito de propriedade intelectual voltado ao programa de computador e sua proteção no ordenamento jurídico brasileiro para toda a comunidade científica.

A Lei do Software e a Lei de Patente (Lei nº 9.279/1996) disponibilizam diferentes modos de proteção. A proteção para o programa de computador abrange apenas as expressões textuais (código-fonte ou objeto) e não os produtos ou processos, os quais podem ser protegidos pela Lei de Patente, considerada uma proteção mais abrangente (INPI, 2019).

Em alguns casos, o programa de computador também pode ser parte integrante de uma máquina, e, desta maneira, se pode solicitar a proteção como uma patente de invenção. Segundo Zibetti e Ziegler Filho (2014), há diversos exemplos de invenções envolvendo programas de computador patenteadas, como os sistemas de processamento de imagem, os filtros de som e imagem, os controles de processos industriais, entre outros. O Quadro 1 evidencia as principais diferenças da proteção de programa de computador e de patente.

Quadro 1 - Principais diferenças entre a proteção de Programa de Computador e de Patente.

Programa de Computador	Patente
Exame formal (documentação apresentada)	Exame técnico (novidade, atividade inventiva, aplicação industrial e suficiência descritiva)
Proteção para expressão literal (não para funcionalidade ou aplicação da ideia)	Proteção para aplicação prática (não para ideia em si)
Registro é facultativo	Depósito é obrigatório
O direito emerge da criação independente da obra	O direito emerge do depósito do pedido e sua concessão
Abrangência internacional	Abrangência nacional
Validade por 50 anos contados do ano seguinte a criação	Validade de 20 anos contados da data de depósito

Fonte: adaptado de Andrade (2008) e Teixeira, Teixeira, Brito, Lacerda e Araújo (2017).

Nota-se que a proteção para o programa de computador oferece, dentre outras, as seguintes vantagens: propriedade intelectual mais rápida de ser obtida, proteção automática para 172 países (a proteção é internacional), garantia da propriedade no ato da sua criação, registro de programa de computador independente de exame e tempo maior de vigência do registro de programa de computador do que a patente. Conseqüentemente, a melhor estratégia de negócio que alguém pode conseguir para a sua propriedade intelectual é registrar o programa de computador e proteger a invenção (método) da sua criação por patentes no INPI (INPI, 2019).

De acordo com os autores Rodrigues, Berbert e Teixeira (2013), o que está verdadeiramente em discussão é a oportunidade e a conveniência da forma de proteção dada ao programa de computador, que por sua vez influencia seriamente o setor econômico deste ramo, trazendo, inclusive, repercussões internacionais, tendo em vista a inserção do Brasil na maioria dos acordos internacionais de propriedade intelectual. Assim, paira o questionamento se é possível o patenteamento de programa de computador, e em caso afirmativo, se seria oportuna e conveniente tal escolha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proteção de programa de computador revela que as mudanças tecnológicas nas tecnologias da informação vêm levantando dilemas complexos no âmbito legal não só no Brasil como em todo o mundo (ANDRADE et al., 2007).

Pimentel e Silva (2014) afirmam que tanto o universo de instituições públicas e privadas como as empresas e os consumidores estão cada vez mais ávidos por artefatos e soluções informatizadas e computadorizadas, o que demandam a criação e o incremento de soluções técnicas, tecnológicas e científicas, especialmente no que se refere aos programas de computador e padrões informacionais.

Assegurar uma forma de retorno aos investimentos aplicados no desenvolvimento de programa de computador é importante para estimular os esforços de inovação tecnológica (ANDRADE et al., 2007).

Corrobora-se com os autores Dias e Vidotti (2012) que a proteção dos programas de computador no âmbito dos direitos autorais é uma situação merecedora de estudos mais aprofundados, pois há a possibilidade da utilização de elementos associados à vertente da propriedade industrial como forma de maximizar os direitos da propriedade intelectual para os seus legítimos titulares.

Faz-se necessária, portanto, a continuidade de estudos e debates no meio acadêmico e empresarial para fomentar e construir melhorias acerca do direito de propriedade intelectual voltado aos programas de computador no ordenamento jurídico brasileiro, visando, assim, estimular os esforços de inovação tecnológica na tão presente Era Digital.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. F.; BARBOSA, C. M.; QUEIROGA, E. D. S.; ALVES, F. F. Propriedade Intelectual: proteção e gestão estratégica do conhecimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1-10, 2010.
- ANDRADE, E.; TIGRE, P. B.; SILVA, L. F.; SILVA, D. F.; MOURA, J. A. C. de; OLIVEIRA, R. V. de; SOUZA, A. Propriedade Intelectual em Software: o que podemos apreender da experiência internacional? *Revista Brasileira de Inovação*, v. 6, n. 1, p. 31–53, 2007.
- ANDRADE, E. Registro de Programa de Computador. [Apresentação de slides]. Diretoria de Contratos e Outros Registros do INPI. Araraquara, SP: 2008.
- BRASIL. Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1998a.
- BRASIL. Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1998b.
- DIAS, G. A.; VIDOTTI, S. A. B. G. Arquitetura da Informação no Ambiente Digital: avaliando as relações com o Direito da Propriedade Intelectual. *Informação & Sociedade: Estudos*, v. 22, n. 3, p. 115-132, 2012.
- FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Propriedade Intelectual para programas de computador, jan. 2009. Disponível em: <http://www.fapesp.br/4512>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Manual do Usuário para o Registro Eletrônico de Programas de Computador. Rio de Janeiro, RJ: INPI, 2019. Disponível em: <http://antigo.inpi.gov.br/menu-servicos/programa-de-computador/programa-de-computador-manual-completo> Acesso em: 05 dez. 2020.
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Institucional. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/aceso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 05 dez. 2020a
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Guia básico de programa de computador. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/programas-de-computador/guia-basico> Acesso em: 05 dez. 2020b.
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Programa de Computador. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/perguntas-frequentes/programas-de-computador#faq1.0> Acesso em: 05 dez. 2020c.
- JUNGMANN, D. M.; BONETTI, E. A. Inovação e propriedade intelectual: guia para o docente. Brasília, DF: SENAI, 2010.
- MOERBECK, R. Proteção ao Programa de Computador. Divisão de Registros de Programas de Computador e Topografia de CI do INPI. Aracaju, SE: 2014.
- PIMENTEL, L. O.; SILVA, C. E. R. de F. Conceito jurídico de software, padrão proprietário e livre: políticas públicas. *Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos*, n. 68, p. 291-329, 2014.
- PRADO, J. L. do; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. de; FERNANDEZ-CREHUET, J. M. Mapping the protection of softwares from the Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e871986194, 2020.
- RODRIGUES, F. C. R.; BERBERT, J. O. B.; TEIXEIRA, M. L. F. Proteção intelectual para programas de computador: considerações acerca da possibilidade de patenteamento do software. *Revista de Direito Empresarial – RDEmp*, ano 10, n. 1, jan./abr., 2013.

SPEZIALI, M. G.; FERNANDES, I. C.; MURASE, M. S. W.; ALBRIGO, B. V.; GONÇALVES, C. O.; ALMEIDA, G. M. D.; SILVEIRA, R. P. Cartilha de Propriedade Intelectual 2016. Coordenadoria de Gestão da Inovação Tecnológica e Empreendedorismo da Universidade Federal de Ouro Preto. 2016. Disponível em: http://saci2.ufop.br/data/solicitacao/08749_cartilha_nite_versao_final.pdf Acesso em: 30 jun. 2020.

TEIXEIRA, C. H. S. B.; TEIXEIRA, R. L. P.; BRITO, M. L. de A.; LACERDA, J. C. de; ARAÚJO, M. V. P. de. O desenvolvimento do conhecimento na Pesquisa e Desenvolvimento e o registro através de patentes no Brasil – uma experiência profissional. *Research, Society and Development*, v. 6, n. 4, p. 370-381, 2017.

ZIBETTI, F. W.; ZIEGLER FILHO, J. A. Os direitos de propriedade intelectual de programa de computador desenvolvido por servidor público do Estado de Santa Catarina. *Revista da ESMESC*, v. 21, n. 27, p. 299-324, 2014.

DOIS ESTUDOS DE CASO DE VISUALIZAÇÃO DE DADOS POR MAPAS: OCORRÊNCIAS AÉREAS E ATENDIMENTOS DO CORPO DE BOMBEIROS

Edvaldo Cordeiro Mantovanelli

PicPay
ecmantovanelli@gmail.com

Heitor Barcellos Coelho

Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo
heitorhbc@gmail.com

Wagner Kirmse Caldas

Instituto Federal do Espírito Santo
wagnerkc@ifes.edu.br

Flávio Severiano Lamas De Souza

Instituto Federal do Espírito Santo
flaviolamas@ifes.edu.br

Moises Savedra Omena

Instituto Federal do Espírito Santo
omenam@ifes.edu.br

Jefferson Oliveira Andrade

Instituto Federal do Espírito Santo
jefferson.andrade@ifes.edu.br

Daniel Ribeiro Trindade

Instituto Federal do Espírito Santo
danielrt@ifes.edu.br

Karin Satie Komati

Instituto Federal do Espírito Santo
kkomati@ifes.edu.br

RESUMO

Introdução: A visualização de dados é uma ferramenta que transforma informações complexas em representações gráficas de fácil compreensão e que pode levar a descobrir novos fatos, tendências e padrões. Um mapa é a melhor forma de visualizar dados geográficos. **Objetivos:** explorar dois estudos de caso, um de mapeamento de incidentes graves e acidentes aéreos ocorridos em território nacional e outro sobre as ocorrências de atendimento do Corpo de Bombeiros do Espírito Santo. **Desenvolvimento:** No primeiro estudo de caso, das ocorrências aéreas, é empregada a ferramenta livre de SIG denominada QGIS em dados públicos da CENIPA. No segundo estudo de caso, das ocorrências de atendimento do corpo de bombeiros, é usada a ferramenta de BI comercial denominada QlikView com dados do CBMES, que não estão públicos. **Resultados e Discussão:** Foram investigados dois assuntos no primeiro estudo de caso, um se existe ou não uma zona cega de radares e outra se é perigoso ou não residir próximo a um

aeroporto comercial. No segundo estudo de caso, foram analisados mapas para avaliar em quais locais há maior concentração de atendimentos, de acordo com três tipos de viaturas e em quais locais há concentração de atendimentos nas rodovias federais e estaduais. **Conclusão:** De acordo com os mapas gerados no primeiro estudo de caso, considera-se que não existe zona cega de radares e que realmente há maior probabilidade de um acidente aéreo ocorrer perto de aeroportos. O segundo estudo de caso considera que as viaturas de atendimento à incêndios devem estar próximas da região da Grande Vitória, enquanto as outras viaturas devem estar nos maiores municípios do interior, São Mateus, Linhares e Cachoeiro do Itapemirim.

Palavras-chave:

Visualização de dados; Acidente aéreo; Atendimentos do corpo de bombeiros; QGIS; QlikView.

ABSTRACT

Introduction: Data visualization is a tool that transforms complex information into an easy-to-understand graphical representation that can lead to discovering new facts, trends and patterns. A map is the best way to visualize geographic data. **Objectives:** to explore two case studies, one for mapping serious incidents and air accidents that occurred in the national territory and the other on the occurrences of attendance by the Fire Department of Espírito Santo. **Development:** In the first case study, of aerial occurrences, the free GIS tool called QGIS is used in public data from CENIPA. In the second case study, of the occurrences of service to the fire department, the commercial BI tool called QlikView is used with CBMES data, which are not public. **Results and Discussion:** Two subjects are investigated in the first case study, one whether or not there is a radar blind zone and the other whether it is dangerous or not to live near a commercial

airport. In the second case study, maps are analyzed to assess in which locations there is a higher concentration of services, according to three types of vehicles and in which locations there is a concentration of services on federal and state highways. **Conclusion:** According to the maps generated in the first case study, it is considered that there is no radar blind zone and that there is really a greater probability of an air accident occurring near airports. The second case study considers that the fire service vehicles must be close to the Greater Vitória region, while the other vehicles must be in the largest municipalities in the interior, São Mateus, Linhares and Cachoeiro do Itapemirim.

Keywords:

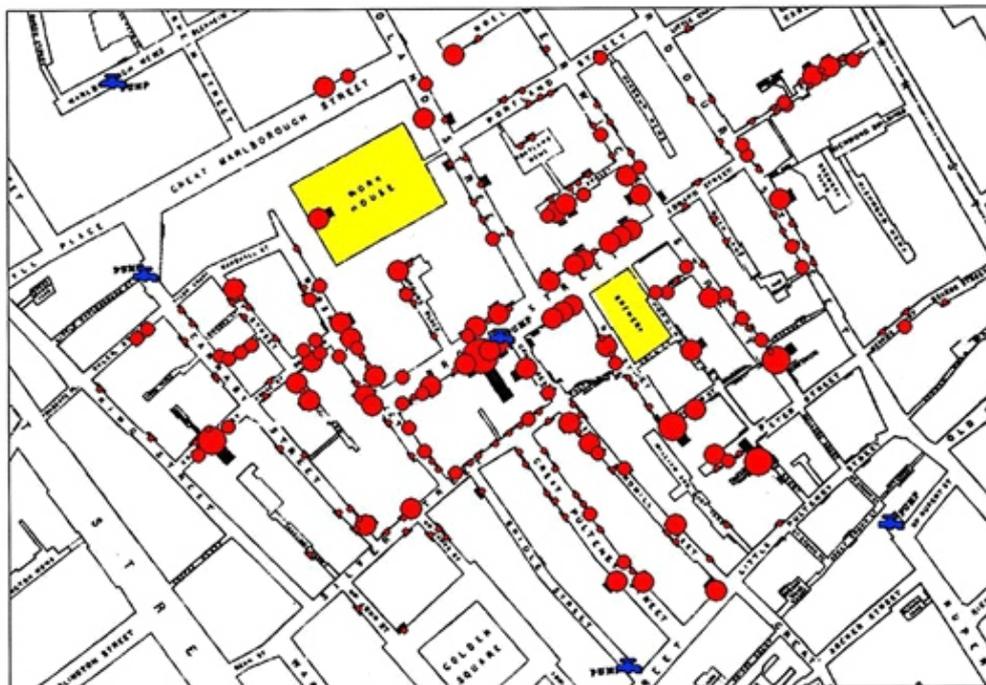
Data visualization; Plane crash; Fire department attendance; QGIS; QlikView.

INTRODUÇÃO

A visualização de dados é uma expressão contemporânea da comunicação visual que consiste na representação gráfica de informações abstratas (INOVATCU, 2015). Esta visualização visa transformar os dados granulares, muitas vezes complexos, em informações de fácil compreensão, e de preferência visualmente atraentes. As visualizações de dados também podem ser usadas para descobrir fatos e tendências desconhecidas. Além disso, mapas são a melhor maneira de compartilhar visualmente dados geográficos.

Um mapa clássico da visualização de dados é o elaborado por John Snow (FÁBIO, 2019). A cólera vinha atingindo o Reino Unido desde a década de 1830, e em seu artigo acadêmico “Sobre o meio de contaminação da cólera”, defendia que a doença estaria ligada à poluição do esgoto sobre fontes de água. Snow criou um conjunto de mapas para ilustrar como os casos de cólera se concentravam no entorno da bomba de água, como o da Figura 1. Na figura é possível perceber que as mortes por cólera (pontos vermelhos) ocorriam com maior frequência nas proximidades da bomba no centro do mapa (em azul).

Figura 1 - Mapa onde os pontos vermelhos representam os casos de mortes reportados, enquanto as torneiras em azul representam as bombas disponíveis para a população coletar água para consumo.



Fonte: retirado de Almeida (2018).

Ainda no mapa há duas áreas amarelas em que houve poucas mortes relatadas. A área maior era uma casa que abrigava 535 trabalhadores. Ao investigar o local, Snow descobriu que o alojamento tinha abastecimento de água próprio, e que não vinha da bomba central. A outra área amarela

correspondia à cervejaria local e o processo de fervura para o preparo da bebida eliminava boa parte das bactérias e deixava a água descontaminada. Indo além em sua investigação, John Snow conseguiu chegar ao paciente zero e diminuir o surto de cólera.

Atualmente há muitas ferramentas que geram visualização em forma de mapa, que englobam desde SIG (Sistema de Informação Geográfica) (COSTA, 2019) à versáteis ferramentas de BI (*Business Intelligence*) (Abraham, 2018). O presente trabalho apresenta dois estudos de caso usando ferramentas de geoprocessamento:

1. O primeiro estudo de caso: mesmo com a baixa probabilidade de estar envolvido em um acidente aéreo, eles acontecem. Das 5.984 ocorrências registradas no Brasil no período de 2006 à 2017 e que não envolviam aeronaves experimentais, 1.593 foram classificadas como acidentes. Considerando as aeronaves envolvidas nessas ocorrências durante esse período, foram registradas 1.089 fatalidades. No ano de 2006 ocorreu um dos piores acidentes aeronáuticos registrados no Brasil com 154 vítimas (G1, 2016). Durante as investigações, notícias sobre falhas de comunicações nos equipamentos utilizados para controle e monitoramento do tráfego aéreo começaram a surgir. Utilizando as bases de dados fornecidos pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos¹ (CENIPA), este estudo de caso visa a elaboração de representações visuais desses dados através do *QGIS*² para possibilitar a análise através de mapas e verificar se existe ou não uma zona cega de radares no Brasil e se os acidentes realmente acontecem próximos à aeroportos;
2. O segundo estudo de caso: o Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (CBMES) realiza atendimento de ocorrências no estado do Espírito Santo, tendo como principal fator o tempo-resposta. Estes atendimentos são registrados via sistemas de informação. Entretanto há dificuldade por parte da Diretoria de Operações (DOp) em extrair informações destes dados objetivando adequar a estrutura disponível para atendimento de forma a otimizar tais atendimentos. Neste estudo de caso é realizado o mapeamento dos atendimentos do CBMES de ocorrências no período de 1º de janeiro de 2010 a 31 de dezembro de 2017 a fim de facilitar a visualização e extração de informações. Foi utilizado o sistema *QlikView*³ com extensões de geração de mapas via Google Maps. Ao final, apresentam-se os locais de alta concentração de ocorrências por tipo de viaturas e quais são os locais de maior atendimento em rodovias federais e estaduais.

O texto está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta-se o primeiro estudo de caso, a Seção 3 o segundo estudo de caso e a Seção 4 encerra o texto com as considerações gerais sobre a proposta e trabalhos futuros.

1 - <https://www2.fab.mil.br/cenipa/>

2 - <https://www.qgis.org/en/site/>

3 - <https://www.qlik.com/us/products/qlikview>

2. MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIAS AÉREAS NO BRASIL

Em 2006, aconteceu o choque entre o jato Legacy 600 e o Boeing 737-800 da Gol, no qual morreram 154 pessoas, e é considerado um dos piores da história da aviação brasileira (G1, 2016). Durante as investigações deste acidente, algumas notícias foram publicadas sobre controladores de voo que relataram a existência de uma zona cega “maior que vários estados” (MACHADO, 2006) (G1, 2006). Controladores de voo afirmaram que foram induzidos a erro por falhas do equipamento de radar e de comunicação e, garantiram que existe uma zona cega na Amazônia (BRASIL, 2007), área que compreende o sul do Amazonas, os municípios de Alta Floresta e Sinop, no Mato Grosso, a Serra do Cachimbo e Jacareacanga, no Pará, conforme mapa mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Região da “zona cega” segundo controladores de voo.

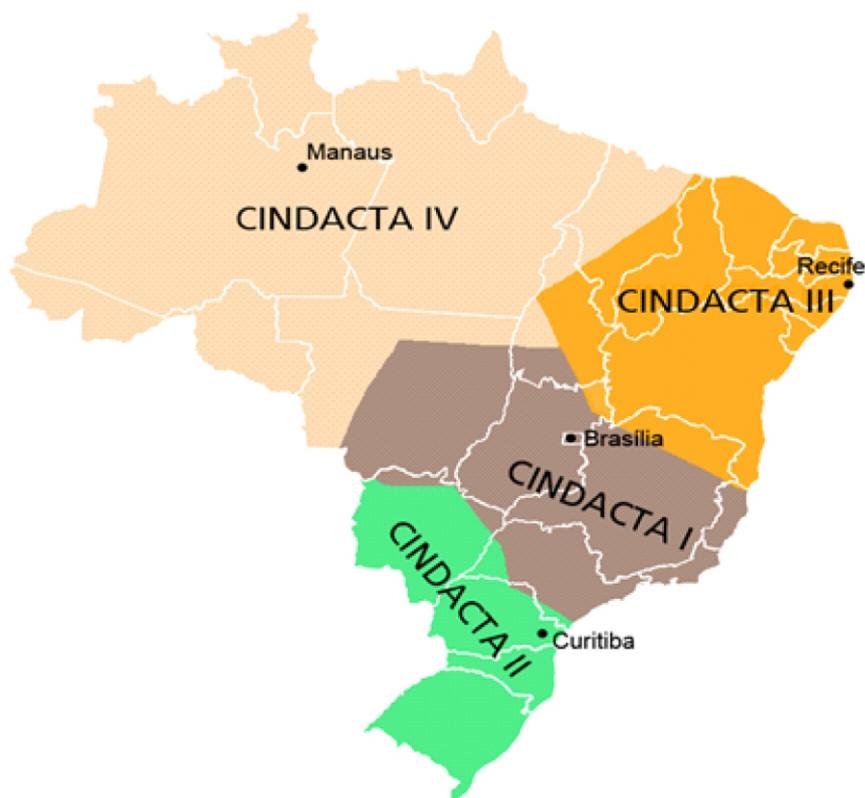


Fonte: print screen do Google Maps (2018).

O Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA) é uma das unidades da Força Aérea Brasileira (FAB) que é responsável pelas atividades de controle do tráfego aéreo comercial e militar, vigilância do espaço aéreo e comando das ações de defesa aérea no Brasil. Existem quatro CINDACTA, sendo o I com sede em Brasília que abrange Distrito Federal, Goiás, parte do Mato Grosso do Sul e Região Sudeste, o II em Curitiba que abrange a Região Sul, e partes sul e oeste de São Paulo, o III em Recife que abrange a Região Nordeste, Parte de Minas Gerais, Parte do Tocantins e área oceânica que separa o Brasil da África e da Europa e o IV em Manaus que abrange toda a Região Amazônica. A Figura 3 mostra a área de abrangência e as sedes dos CINDACTA. A área citada como zona cega é a de transição do controle do espaço aéreo entre os CINDACTA IV e I. O CINDACTA IV é responsável por 60% do espaço aéreo nacional e o CINDACTA I é responsável pela maior quantidade de tráfego aéreo nacional, 45%.

4 - <https://www.decea.gov.br/sirius/index.php/2011/06/14/cindacta-centro-integrado-de-defesa-aerea-e-controle-de-trafego-aereo/>

Figura 3 - Região da “zona cega” segundo controladores de voo.



Fonte: By self - *made from GNU licenced Image*: Brazil Blank Map.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2447457>

A FAB respondeu descartando a possibilidade de zona cega no Brasil, informando que não existe “buraco negro” na faixa de altitude utilizada pela aviação comercial, de 30 mil pés (DECEA, 2006). Já abaixo de 20 mil pés, podem existir áreas com detecção limitada, porém, o fluxo de tráfego aéreo é menos significativo e onde há cobertura rádio VHF, com alternativa em HF, para auxílio à navegação e controle.

Em maio de 2007, duas CPI's foram instauradas, uma na Câmara dos Deputados (2007), batizada de CPI da Crise do Sistema de Tráfego Aéreo, e outra no Senado Federal (CONGRESSO NACIONAL, 2007), batizada de CPI do Apagão Aéreo. Antes mesmo da publicação do relatório final das CPI's, em julho de 2007, um novo acidente, desta vez com um Airbus da TAM, no aeroporto de Congonhas, em São Paulo, teve saldo de 199 pessoas mortas, sendo que 12 destas não estavam dentro do avião (VILLELA, 2017). O relatório final da CPI da Câmara dos Deputados pede o indiciamento dos dois pilotos do Jato Legacy e livra os ex-diretores da ANAC e da Infraero. Já o relatório final da CPI do Senado concluiu que a Infraero se tornou um “antro de corrupção” e que as responsáveis são as empreiteiras, que teriam montado um esquema para “sugar recursos públicos” ao longo dos últimos anos e recomendou o indiciamento da ex-diretora Denise Abreu e do procurador Paulo Araújo por fraude processual, falsidade ideológica e improbidade administrativa.

Embora nenhum dos dois relatórios cite a zona cega, em 2008, o relatório de auditoria realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) (G1, 2008) constatou falhas e riscos graves no sistema de visualização do radar X-4000 utilizado em todos os CINDACTAs do país. O relatório aponta falhas e apresenta sugestões, considerando o sistema de Manaus, o CINDACTA IV, o mais problemático e com

“risco potencial do sistema parar de funcionar a qualquer momento”. Em 2011, foi anunciada a implantação de um novo programa SAGITÁRIO para aprimorar o controle de tráfego aéreo, além de contribuir para a elevação dos níveis de segurança operacional (DECEA, 2011).

Diante do exposto, este estudo de caso tenta explorar a questão da zona cega: realmente ocorreram mais acidentes na dita “zona cega”? Para tal estudo, serão mapeados os dados de ocorrências aéreas no sistema QGIS. Além desta investigação, também será avaliado se os acidentes têm alguma correlação com a localização de aeroportos.

2.1 QGIS

Com o intuito de fornecer um software SIG de maneira mais acessível, uma vez que plataformas do mesmo segmento possuem suas licenças de alto preço, Gary Sherman iniciou o desenvolvimento do Quantum GIS⁵ em maio de 2002, e em junho do mesmo ano foi estabelecido como um projeto no SourceForge, plataforma esta que tem o intuito de desenvolver coletivamente iniciativas de código aberto.

Os dados no SIG são organizados como camadas. A primeira camada foi o mapa do Brasil, obtido na página do Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS)⁶ O mapa do Brasil está em formato vetorial aceito pelo QGIS. A segunda camada são as localizações dos 63 principais aeroportos⁷ existentes no Brasil. A geolocalização foi extraída diretamente de página de *github*⁸.

A terceira camada foi composta pelos dados de ocorrências aéreas. A ANAC define o conceito de ocorrência como qualquer evento que ocorra durante a operação da aeronave que não esteja de acordo com parâmetros previstos na regulamentação, nos manuais técnicos e demais documentos que orientam a atividade aérea, e que exponha a aeronave e/ou seus ocupantes a condições de perigo real ou potencial. Dentre os dados contidos neste conjunto estão o código da ocorrência, a classificação da ocorrência, a data da ocorrência e a latitude e longitude do local da ocorrência. Há três tipos de classificação, de acordo com a sua gravidade: incidente, incidente grave e acidente. Basicamente, acidentes são os casos em que uma pessoa (tripulante ou passageiro) tenha sofrido lesões graves ou morrido, com exceção se tais lesões forem resultado de causas naturais ou forem feitas pelo próprio indivíduo ou por outra pessoa e que a aeronave tenha sofrido danos ou falha estrutural. Incidente grave é definido por uma lista do Manual de Notificação de Acidentes/Incidentes (Anexo C do documento 9156 do Anexo 13⁹), elaborada pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

Os dados de ocorrência são fornecidos pelo CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), através do sítio governamental Portal Brasileiro de Dados Abertos¹⁰. É possível baixar dados em arquivos no formato csv (*comma separated value*), que contém as ocorrências desde 2006. Para este estudo foram consideradas todas as ocorrências até 2017 e só as que ocorreram dentro dos limites do Brasil, sem contar com os limites marítimos. Desta forma, das 5.981 ocorrências totais 267 foram removidas, resultando no conjunto final de 5.714 ocorrências.

5 - https://wiki.osgeo.org/wiki/Quantum_GIS_Report_2012

6 - <http://www.usp.br/nereus/?dados=brasil>

7 - <https://www.estadao.com.br/aeroportos/>

8 - <https://www.monolitonimbus.com.br/mapa-com-aeroportos-e-siglas-icaoiaata/>

9 - http://www.emsa.europa.eu/retro/Docs/marine_casualties/annex_13.pdf

10 - <https://dados.gov.br/dataset/ocorrencias-aeronauticas-da-aviacao-civil-brasileira>

2.2 Há mais incidentes graves e acidentes aéreos na região da zona cega do que no resto do Brasil?

A análise foi realizada com mapas de calor gerados pela quantidade de ocorrências reportadas no *site* de dados abertos do governo, mas não foi possível fazer uma análise de dados proporcionais. Isto é, avaliar se houve uma alteração na quantidade de ocorrências pela quantidade de vôos, pois não foram encontrados dados públicos com o número de vôos particulares por ano, apenas a informação da quantidade total de vôos comerciais. Só em termos de aeródromos, o Brasil tem um total de 2.824 aeroportos e aeródromos, sendo apenas 63 de vôos comerciais.

O primeiro mapa gerado (Figura 4) foi uma visualização em que as ocorrências graves e acidentes na zona cega (a mesma apresentada na Figura 2) foram marcadas com a cor amarela, enquanto as outras com cor rosa. Neste mapa não se verificou uma alta densidade de incidentes graves e acidentes na região, nem mesmo uma forte concentração delas na região.

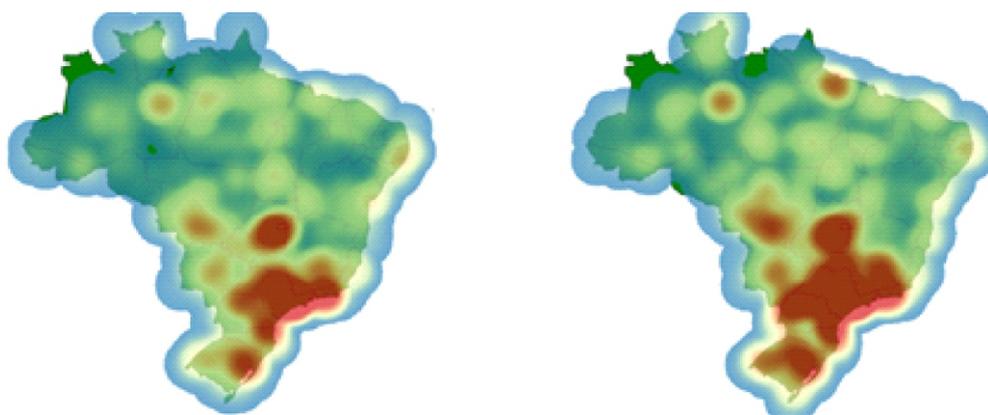
Figura 4 - Incidentes graves e acidentes na Zona Cega estão em amarelo.



Fonte: Mantovanelli (2018).

Uma segunda análise foi feita com dados anteriores a 2012 e posteriores a 2012, ano em que o programa SAGITÁRIO entrou em ação. Foi gerado um mapa de calor com os acidentes e incidentes graves antes de 2012 (Figura 5a) e outro mapa de calor com os acidentes e incidentes graves depois de 2012 (Figura 5b). Ao comparar os mapas, percebe-se um aumento destes tipos de ocorrência, principalmente nos estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Amazonas e Pará, além da região no sudeste que se mantém em alta concentração. Ao verificarmos os valores numéricos, a quantidade de incidentes graves saltou de 263 para 354, enquanto que o número de acidentes foi de 664 para 929. Contudo, mesmo com o claro aumento no número de incidentes graves e acidentes, o mesmo não ocorreu na zona cega indicada pelas reportagens. Assim, de acordo com os mapas gerados, a resposta à pergunta do estudo é que não ocorreram mais incidentes graves e acidentes na região da zona cega do que no resto do Brasil.

Figura 5 - Mapas de calor dos incidentes graves e acidentes.



(a) Antes de 2012

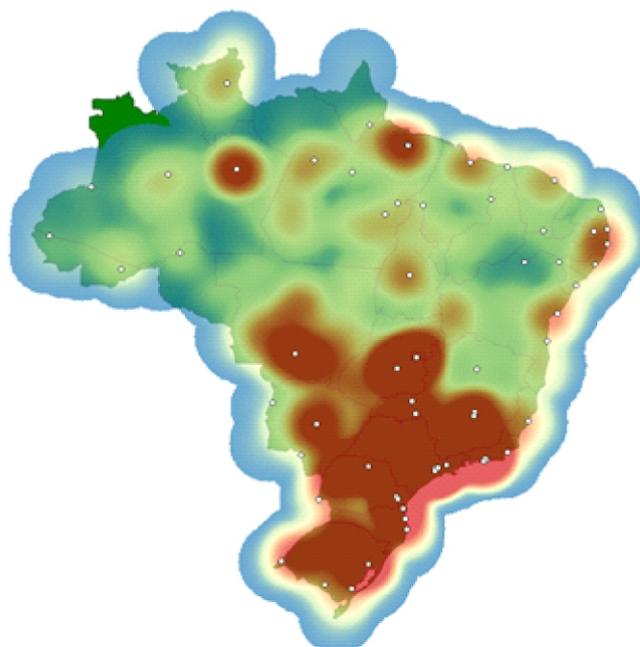
(b) depois de 2012

Fonte: Mantovanelli (2018).

2.3 É mais perigoso morar perto de um aeroporto?

A Figura 6 mostra o mapa de calor relativo aos incidentes graves e acidentes entre 2006 e 2017 sobrepostos pelos principais aeroportos do país. A localização pontual dos 63 aeroportos é dada por pequenos círculos brancos.

Figura 6 - Mapa de calor de incidentes graves e acidentes com os principais aeroportos do país marcados com os pontos brancos.



Fonte: Mantovanelli (2018).

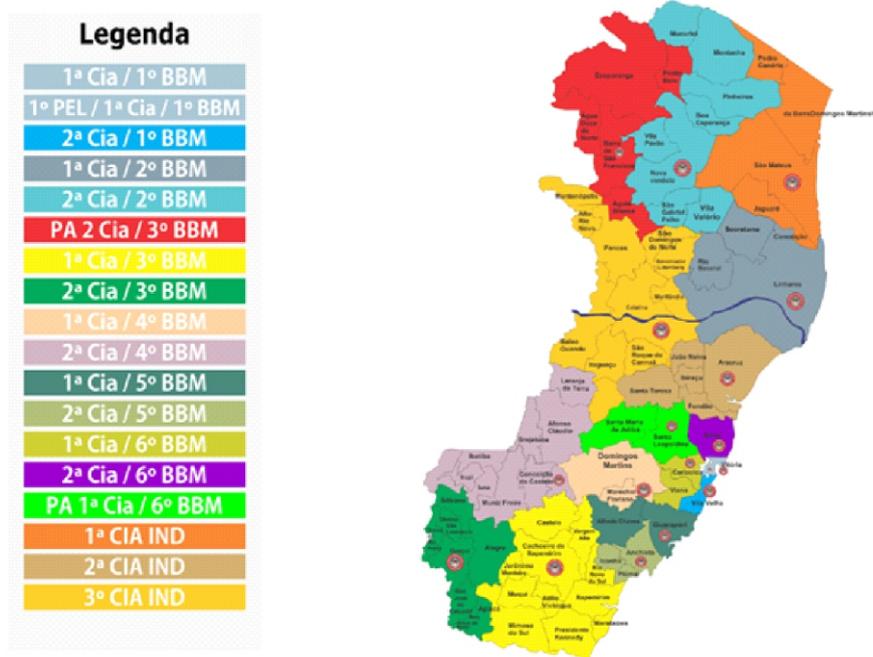
Observa-se que a maioria dos locais onde há maior incidência de incidentes graves ou acidentes (parte vermelha no mapa de calor) tem um aeroporto principal em seu centro. A coincidência é tal que

parece que os pontos foram calculados para estarem no centro das regiões em que o mapa de calor aponta como de maior quantidade de incidentes graves ou acidentes. Assim, após análise dos mapas, considera-se que há sim um potencial maior de risco de incidentes graves e acidentes perto dos principais aeroportos do Brasil.

3. MAPEAMENTO DE OCORRÊNCIAS ATENDIDAS PELO CBMES

O CBMES é um órgão subordinado ao governo estadual pela Secretaria de Estado de Segurança Pública (SESP). O CBMES atende a população por toda extensão do estado, tendo o tempo-resposta como principal fator no atendimento a ocorrências emergenciais ou chamados. Atualmente, o CBMES conta com 18 unidades operacionais, também denominadas Órgão Bombeiro Militar (OBM), para realizar o atendimento aos mais de 46 mil quilômetros quadrados de extensão nos diversos tipos de ocorrências de sua responsabilidade. A Figura 7 apresenta a disposição geográfica das OBMs e destaca os respectivos municípios de atuação das mesmas.

Figura 7 - Mapa de Articulação CBMES.



Fonte: retirado de Coelho (2018).

As OBMs do CBMES tem como competências a prevenção e o combate a incêndios, busca e salvamento, socorros de urgência, ações de Defesa Civil, atividades especializadas de mergulho e emergências ambientais. Estes atendimentos possuem registro através de sistemas disponibilizados pela Secretaria de Estado de Segurança Pública (SESP), como o Boletim de Atendimento Online (BAON) e o Relatório Analítico de Recursos Operacionais (RARO). Estes registros geram um grande volume de dados descentralizado. A Diretoria de Operações (DOP) do CBMES é responsável, dentre outras atribuições, pela doutrina e acompanhamento do serviço operacional.

Atualmente, o CBMES não possui nenhuma ferramenta de visualização destes dados em mapas de forma dinâmica e ainda não há estudo que tenha efetuado a representação visual deste dados. Uma questão que o CBMES precisa responder é quanto ao local de estacionamento de suas viaturas, para diminuir o tempo de atendimento. Dentre esses veículos especiais, serão analisados apenas três deles, que são os mais requisitados:

- (a) Auto Bomba Salvamento Leve (ABSL): Viatura de médio porte tipo caminhonete utilizada para incêndios de menores proporções, salvamentos e assistências diversas;
- (b) Auto Bomba Tanque Salvamento (ABTS): Viatura de grande porte tipo caminhão utilizada para combate incêndios, salvamentos e auxílios/assistências diversas e;
- (c) Auto Resgate (AR): Viatura de médio porte tipo furgão utilizada nos atendimentos pré-hospitalares e transporte de vítimas.

Outra questão é onde se concentram os acidentes nas rodovias do ES. Da mesma forma, com esta visão dinâmica do mapa de acidentes nas rodovias pode-se planejar que as unidades veiculares fiquem estacionadas em locais próximos, diminuindo o tempo de chegada dos bombeiros.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo criar representações visuais dos dados sobre os atendimentos a ocorrências realizadas nos anos de 2010 a 2017, permitindo assim sua análise. A Gerência de Tecnologia de Informação (GTI) da SESP disponibilizou o sistema *QlikView* para o CBMES. Dentro deste estudo de caso, espera-se que sejam respondidos os questionamentos levantados: “onde é a concentração de ocorrências por tipo de viatura?” e “onde estão localizados os atendimentos de APH (Atendimento Pré-Hospitalar) nas Rodovias?”.

3.1 QlikView

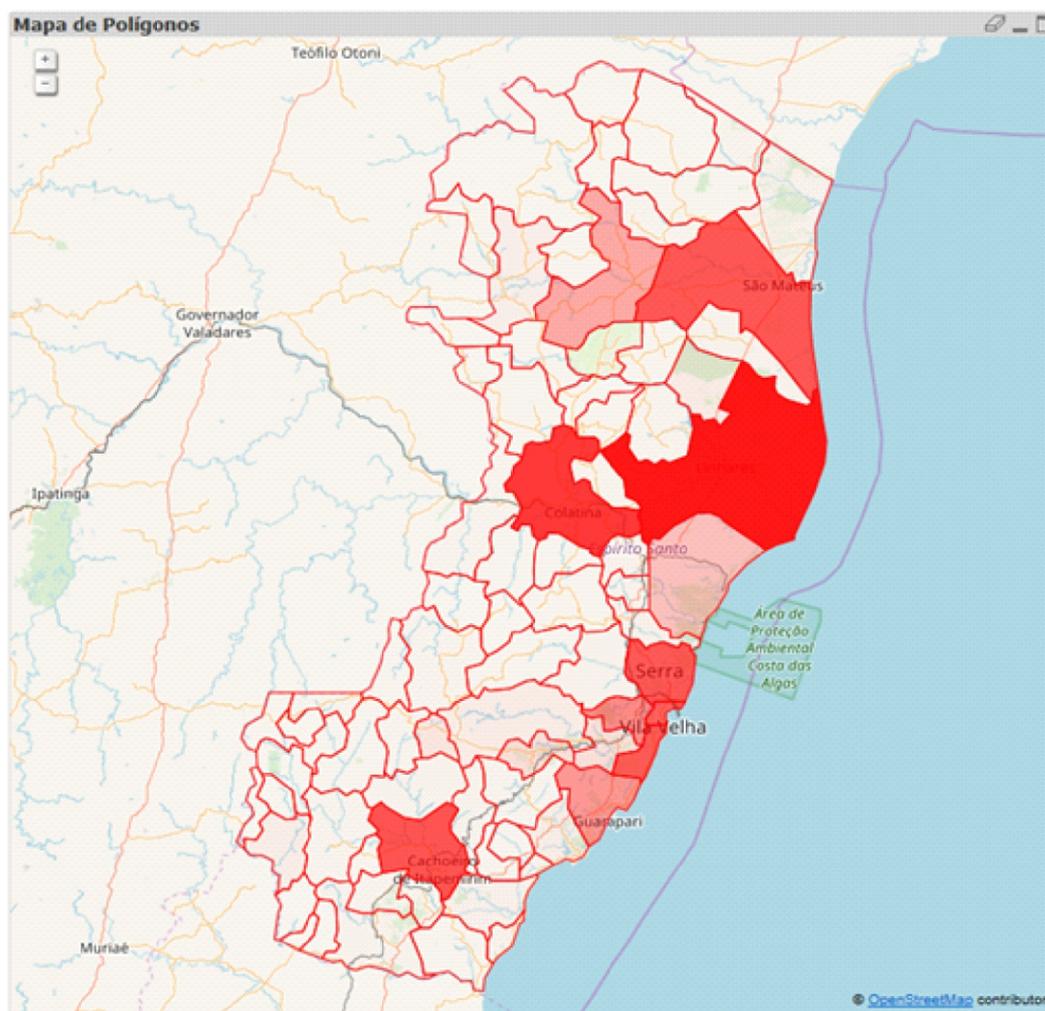
Qlik (anteriormente conhecido como *Qliktech*) fornece uma plataforma ponta a ponta que inclui integração de dados e business intelligence orientada ao usuário. A empresa de *software* foi fundada em 1993 em Lund, Suécia, e agora está sediada em King of Prussia, Pensilvânia, Estados Unidos. Os principais produtos da empresa são *QlikView* e *Qlik Sense*, ambos softwares para *Business Intelligence* e visualização de dados. O *QlikView* apresenta os mapas via API do *Google Maps* ou via *OpenStreetMap*. O sistema *QlikView* permite a conexão com bases de dados e a importação de arquivos através da utilização de *script* próprio, sendo esse último desenvolvido neste trabalho.

Os dados para realização deste estudo de caso foram fornecidos pelo CBMES e não estão disponíveis de forma pública. Há dados sobre localização, classificação, dados de viaturas, equipes utilizadas e registro temporal no período de 01 de janeiro de 2010 a 31 de dezembro de 2017, no entanto somente os dados posteriores a 1º de janeiro de 2017 possuem o registro de georreferenciamento. Entre 2010 a 2017, foram atendidas 191.437 ocorrências, apenas em 2017, foram 24.426 ocorrências atendidas. A SESP também forneceu os dados da divisão Político Administrativa do Espírito Santo dos municípios capixabas.

Na Figura 8 é apresentado o mapa de polígonos com o total de atendimentos a ocorrências realizadas no período de 2010 a 2017. O município de Linhares apresentou o maior número, com 24.396 atendimentos. Ainda na região norte do estado podemos notar os municípios com maior concentração de atendimento como: Colatina (20.680), São Mateus (17.475), Nova Venécia (8.413) e Aracruz (5.849). A Região Metropolitana da Grande Vitória apresenta um equilíbrio no volume de atendimentos entre os Municípios de Serra (17.193), Vila Velha (17.003) e Vitória (16.354). Já na

região Sul, destaca-se o município de Cachoeiro do Itapemirim com 17.172 atendimentos a ocorrências. A alta quantidade de atendimentos na parte superior do ES, a região vermelha composta pelos municípios de Colatina, São Mateus e Linhares, não possui atendimento do SAMU, logo é o CBMES quem realiza todos os atendimentos à população.

Figura 8 - mapa de polígonos para ocorrências de 2010 à 2017.



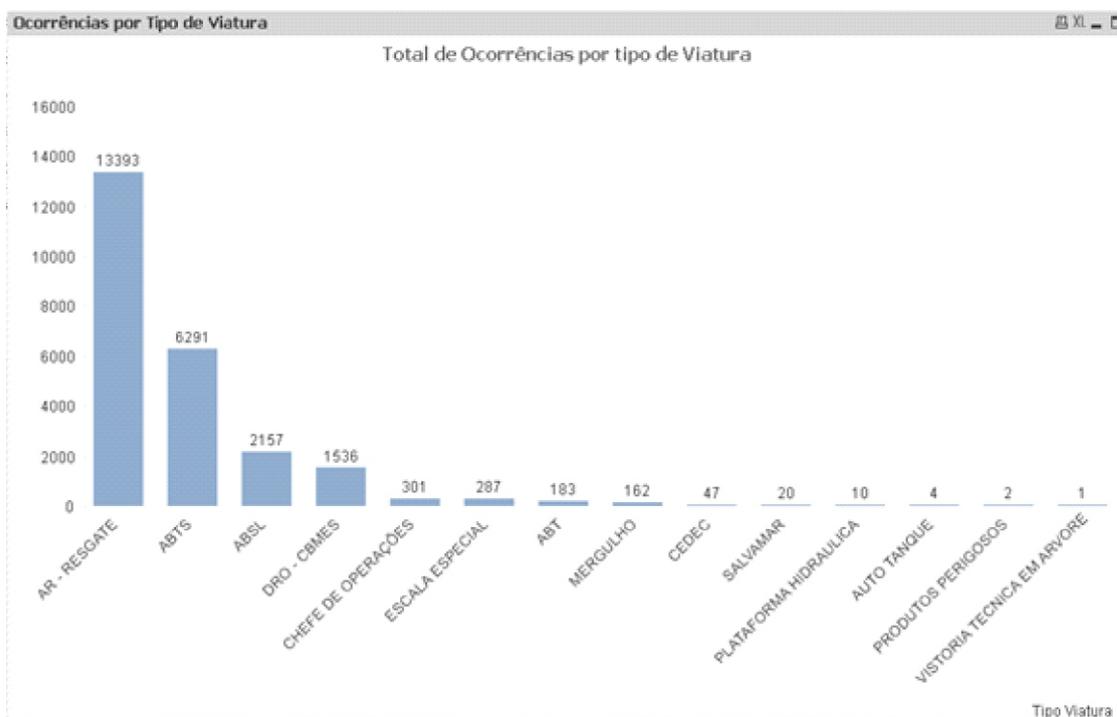
Fonte: retirado de Coelho (2018).

3.2 Onde é a concentração de ocorrências por tipo de viatura?

O gráfico da Figura 9 apresenta a distribuição de ocorrências por tipo de viatura no ano de 2017. Cinquenta e nove casos não usavam veículos. Os três tipos de viatura selecionados para esta questão, AR, ABTS e ABSL, são os que mais registraram ocorrências, totalizando 89% dos casos.

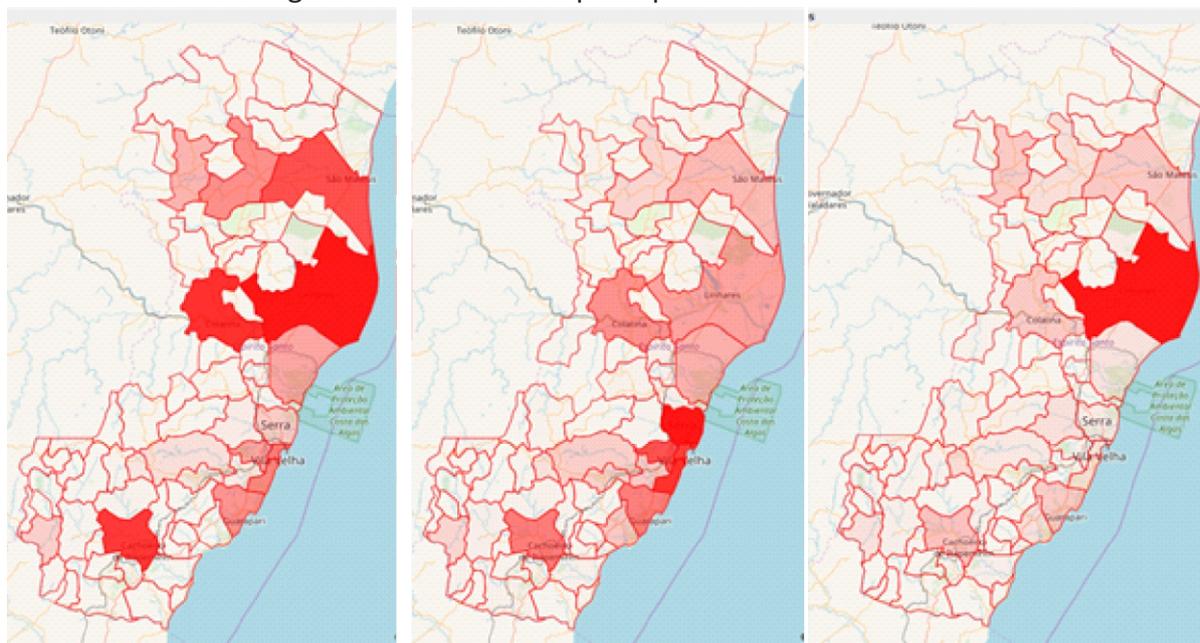
Foram gerados mapas de polígonos para os atendimentos AR (Figura 10a), ABTS (Figura 10b) e ABSL (Figura 10c). Os municípios com mais atuações da viatura tipo AR (resgate em atendimento a ocorrências) são Linhares, Colatina, São Mateus e Cachoeiro do Itapemirim. O atendimento a ocorrências com o tipo de viatura ABTS são Serra, Vila Velha, Vitória e Cariacica, ou seja, municípios da região da Grande Vitória. E do tipo ABSL foi Linhares.

Figura 9 - Ocorrências por Tipo de Viatura em 2017.



Fonte: retirado de Coelho (2018).

Figura 10 - Ocorrências por Tipo de Viatura em 2017.



(a) AR

(b) ABTS

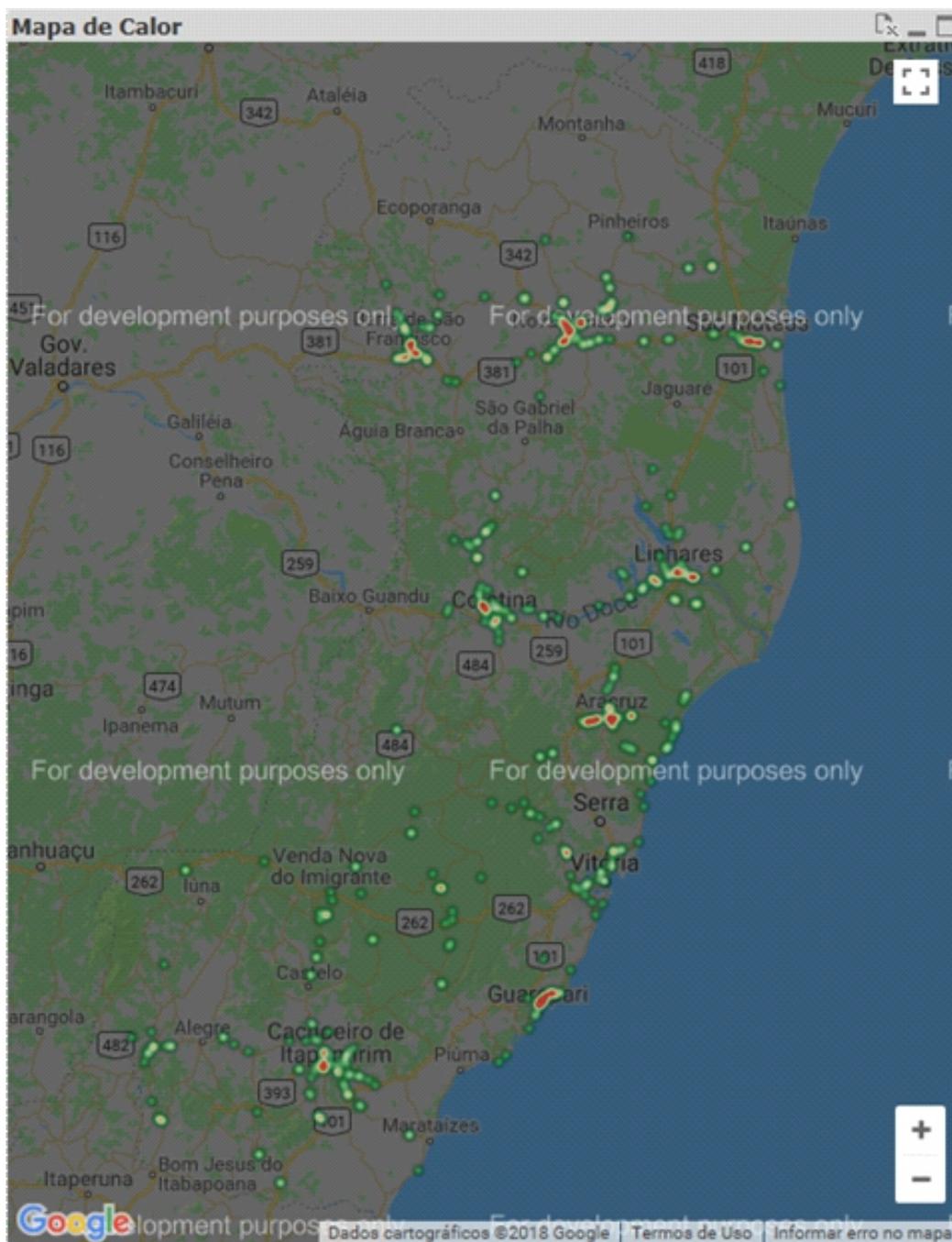
(c) ABSL

Fonte: retirado de Coelho (2018).

Como a região da Grande Vitória conta com o SAMU, baseado nos dados de 2017, as viaturas do tipo AR e ABSL devem se concentrar nos municípios do interior. Já o tipo ABTS, que é mais usado para incêndios, deve ficar estacionado na região da Grande Vitória.

Já as rodovias estaduais apresentaram focos mais espalhados (Figura 12). Além de pontos de destaque em áreas urbanas dos municípios de Barra de São Francisco, Nova Venécia, São Mateus, Colatina, Linhares, Aracruz, Guarapari e Cachoeiro de Itapemirim, diversos pontos de menor intensidade aparecem ao longo de várias rodovias por grande parte da extensão territorial do estado.

Figura 12 - Mapa de Calor de Atendimento de Ocorrências de APH em Rodovias Estaduais.



Fonte: retirado de Coelho (2018).

De acordo com os dados de 2017, seria interessante que o CBMES tivesse viaturas do tipo AR próximo a cada área vermelha apresentada nos dois mapas de calor. É plausível supor que boa parte dos atendimentos nos municípios de Linhares, São Mateus, Colatina e Cachoeiro de Itapemirim são derivados de acidentes de trânsito nas rodovias federais e estaduais. Linhares e São Mateus são “cortados” pela rodovia, fazendo com que exista um alto tráfego de pessoas atravessando-as.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visualização de dados é uma ferramenta útil. Nos estudos de caso, foi possível gerar os mapas com pouco esforço e praticamente sem esforço de programação. De uma forma rápida e qualitativa, os mapas são fáceis de serem interpretados e analisados. Depois que os dados são importados nas ferramentas, os mapas de polígonos (com limites de municípios) e os mapas de calor são gerados apenas selecionando as opções das ferramentas.

De acordo com os mapas gerados no primeiro estudo de caso, considera-se que não existe zona cega de radares e que realmente há maior probabilidade de um acidente aéreo ocorrer perto de aeroportos. O segundo estudo de caso, considera que as viaturas de atendimento à incêndios devem estar próximo da região da Grande Vitória, enquanto as outras viaturas devem estar nos maiores municípios do interior, São Mateus, Linhares e Cachoeiro do Itapemirim.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, Norah. Top 6 Ferramentas de Visualização de Dados para 2019. Datafloq. 13 nov. 2018. Disponível em: <<https://semantix.com.br/top-6-ferramentas-de-visualizacao-de-dados-para-2019/>>. Acesso em: 01 maio 2020. Acesso em: 01 maio 2020.
- ALMEIDA, Luiz Gustavo de. John Snow na Guerra das Epidemias. Instituto Questão de Ciência, 2018. Disponível em: <<https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/questao-nerd/2019/04/15/john-snow-na-guerra-das-epidemias>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- BRASIL, Kátia. "Buraco negro" continua após acidente da Gol. Folha de S. Paulo, Manaus, 24 abr. 2007. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidiano/ff2404200701.htm>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. CPI da Crise Aérea aprova relatório; oposição protesta. 3 out. 2007. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camارانoticias/noticias/NAO-INFORMADO/111322-CPI-DA-CRISE-AEREA-APROVA-RELATORIO;-OPOSICAO-PROTESTA.html>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- COELHO, Heitor Barcellos. Análise de Mapeamento do Atendimento a Ocorrências no Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Curso Superior de Sistemas de Informação, Instituto Federal do Espírito Santo, 2018.
- CONGRESSO NACIONAL. Senado Federal. O Relatório final nº4, de 2007: CPI do “apagão aéreo”. 2007. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/194592>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- COSTA, Vinicius. Os 5 melhores softwares livres de Geoprocessamento, incluindo QGIS. IBRACAM. 2019. Disponível em: <<https://ibracam.com.br/blog/os-5-melhores-softwares-livres-de-geoprocessamento-incluindo-qgis>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- DECEA. Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira. Centro de Comunicação Social da Aeronáutica. Esclarecimentos sobre a Cobertura Radar no País. 2006. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/comunicado_fab_cobertura.pdf>. Acesso em: 01 maio 2020.
- DECEA. Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira. Sistema Sagitário entra em operação no CINDACTA III. 2011. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=sistema-sagitario-entra-em-operacao-no-cindacta-iii>. Acesso em: 01 maio 2020.
- FÁBIO, André Cabette. Este mapa é um clássico da visualização de dados. Nexo Jornal. 18 jul 2019. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2019/07/18/Este-mapa-%C3%A9-um-cl%C3%A1ssico-da-visualiza%C3%A7%C3%A3o-de-dados>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- G1. Zona cega é "maior que vários estados", dizem controladores de voo. Globo.com, São Paulo, 2 dez. 2006. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,AA1372574-5598,00.html>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- G1. TCU aponta riscos em sistema de radar dos Cindactas. Globo.com. Agência Estado, 22 ago. 2008. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,MUL733785-5598,00-TCU+APONTA+RISCOS+EM+SISTEMA+DE+RADAR+DOS+CINDACTAS.html>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- G1. Acidente com avião da Gol que matou 154 pessoas completa 10 anos. Globo.com, Mato Grosso, 29 set. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2016/09/acidente-com-aviao-da-gol-que-matou-154-pessoas-completa-10-anos.html>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- INOVATCU. Visualização de Dados. Tribunal de Contas da União. 2015. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/colab-i/noticias/visualizacao-de-dados.htm>>. Acesso em: 01 maio 2020.

MACHADO, Matheus. Eles estavam lá. Revista Época, 01 dez. 2006. n. 446. Disponível em:<<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EDG75856-6009-446-1,00.html>>. Acesso em: 01 maio 2020.

MANTOVANELLI, Edvaldo Cordeiro. Mapeamento de Dados de Ocorrências Aéreas, Aeroportos e Radars no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Curso Superior de Sistemas de Informação, Instituto Federal do Espírito Santo, 2018. Disponível em: <<http://biblioteca.ifes.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/000014/000014c2.pdf>>.

VILLELA, G. (Ed.) Maior desastre aéreo do país, acidente do Air-bus da TAM mata 199 em Congonhas. O Globo, 13 jul. 2017. Disponível em: <<http://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/maior-desastre-aereo-do-pais-acidente-do-airbus-da-tam-mata-199-em-congonhas-21586929>>. Acesso em: 01 maio 2020.

UMA PROPOSTA PARA O MONITORAMENTO DE BARRAGENS DE REJEITOS DE MINÉRIO

Briane Bianca Batista

XP Inc.
brianebianca@gmail.com

Gustavo Grimaldi Campello

PicPay
gustavo.gcampello@gmail.com

Gilmar Luiz Vassoler

Instituto Federal do Espírito Santo
gilmarvassoler@ifes.edu.br

Edilson Luiz do Nascimento

Instituto Federal do Espírito Santo
edilson@ifes.edu.br

Hilário Seibel Junior

Instituto Federal do Espírito Santo
hsjunior@ifes.edu.br

Jefferson Oliveira Andrade

Instituto Federal do Espírito Santo
jefferson.andrade@ifes.edu.br

Daniel Ribeiro Trindade

Instituto Federal do Espírito Santo
danielrt@ifes.edu.br

Karin Satie Komati

Instituto Federal do Espírito Santo
kkomati@ifes.edu.br

RESUMO

Introdução: Os desastres de Mariana e Brumadinho trouxeram prejuízos incalculáveis para a população local, perda de vidas, atingiram o ecossistema de forma irreversível e mostraram que o monitoramento de barragens é importante para prevenção de desastres. Este estudo tenta responder se é possível que a sociedade civil monitore barragens de rejeitos de forma independente dos órgãos públicos. **Objetivos:** Propor um sistema de monitoramento de barragens de rejeito que utilize ferramentas gratuitas, com dados e imagens disponíveis de forma pública. **Desenvolvimento:** A proposta é dividida em duas partes. A primeira faz o mapeamento geoprocessado das barragens de mineração, com base nos dados de relatórios de barragens do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), de forma a facilitar a localização das barragens existentes no estado de Minas Gerais, usando Maps JavaScript API que integra o Google Maps em um site ou aplicativo. A segunda parte disponibiliza operações de processamento de imagens para

segmentação de área das barragens. Com duas imagens da barragem retiradas do Google Earth em datas diferentes, o sistema estima a diferença da área das barragens entre estas duas imagens. **Resultados e Discussão:** Foi possível constatar que os dados dos dois órgãos não são compatíveis e que a visualização das barragens via Google Maps facilita a análise das barragens em situações críticas. O estudo de caso na Barragem de Fundão mostrou um aumento de 74% de sua área entre 2011 e 2015. **Conclusão:** O sistema tem potencial para auxiliar o monitoramento da situação das barragens de rejeito, por meio da melhoria da interface com o usuário, diminuindo a dependência das escolhas do usuário para a estimativa da área das barragens. Por fim, espera-se encontrar parceria para que o sistema fique disponível de forma pública.

Palavras-chave:

Barragens de Rejeito de Minério; Sistema de Monitoramento; Google Maps; Processamento Digital de Imagens; Segmentação de área de barragens.

ABSTRACT

Introduction: The disasters in Mariana and Brumadinho brought incalculable damage to the local population, loss of life, irreversibly affected the ecosystem and showed that dam monitoring is important for disaster prevention. This study tries to answer whether it would be possible for civil society to monitor tailings dams independently from government agencies. **Objectives:** To propose a system for monitoring tailings dams. The system must use free tools, with publicly available data and images. **Development:** The proposed system is divided into two parts. The first performs geoprocessing mapping of mining dams, based on data reported from the National Department of Mineral Production (DNPM) and the State Environment Foundation (FEAM). This part of the system aims to facilitate the location of existing dams in the state from Minas Gerais, and it uses the Maps API JavaScript API to integrate Google Maps into a website or application. The second part provides image processing operations to

segment the dams. With two images of the dam taken from Google Earth on different dates, the system estimates the difference in the area of the dams between these two images. **Results and Discussion:** It was found that the data from the two government agencies are not compatible and that viewing the dams via Google Maps facilitates the analysis of the dams in critical situations. The case study at the Fundão Dam showed an increase of 74% in its area between 2011 and 2015. **Conclusion:** The system has the potential to help monitor the situation of tailings dams. By improving the user interface and decreasing the dependence on user manual choices to estimate the area of the dams, it is expected to find a partnership so that the system becomes publicly available.

Keywords:

Tailing Dams; Monitoring Systems; Google Maps; Image Processing; Dam area segmentation.

INTRODUÇÃO

A mineração não é apenas uma das mais fortes atividades econômicas do país, mas também uma das maiores causadoras de impactos ao meio ambiente. Isso se deve ao fato de a atividade mineradora causar intensas mudanças nos locais onde é instalada (SILVA, 2007). Uma grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos são gerados durante o processo de tratamento químico, ou beneficiamento do minério, onde o mineral concentrado é separado do que é chamado de rejeito. Tais rejeitos possuem grande quantidade de materiais tóxicos, metais pesados e materiais reagentes. O rejeito não possui valor do ponto de vista econômico. Devido ao seu grande potencial poluente, o mesmo é armazenado em barragens, que são estruturas construídas especialmente para sua contenção (ARAÚJO, 2006).

A barragem de Fundão, localizada em Mariana-MG, ganhou a atenção da mídia nacional e internacional no dia 5 de novembro de 2015, depois de ter alcançado sua capacidade máxima de contenção de rejeitos de mineração. Às 15 horas e 30 minutos foi identificado um vazamento na barragem e uma equipe terceirizada da Samarco Mineração S.A. foi enviada ao local para amenizar o vazamento, esvaziando em parte o reservatório. Porém a barragem cedeu por volta das 16 horas e 20 minutos (TRIBOLI, 2020).

O rastro de destruição da lama é mostrado na Figura 1, logo após o rompimento da barragem de Fundão (região segmentada em contorno na cor azul claro na figura). A lama de mineração seguiu para a segunda barragem, de Santarém (região segmentada em contorno na cor verde claro na figura). A barragem de Santarém, que armazenava rejeitos e água, não se rompeu. Entretanto, a junção dos rejeitos com a água fez com que a lama ganhasse velocidade, atingindo também o subdistrito de Bento Rodrigues (no círculo amarelo), distante 5,5 km da barragem de Fundão (BERTONI, ALMEIDA & TONGLET, 2016).

Figura 1 - Mapa da região do desastre.



Fonte: Bertoni, Almeida e Tonglet (2016).

A Figura 2 mostra o caminho percorrido pela lama até chegar ao oceano. No total, foram mais de quarenta cidades afetadas pelo abastecimento de água ao longo de 500 km do rio Doce até o encontro com o oceano, conforme mostrado no mapa. O desastre causou 17 mortes, 2 pessoas desaparecidas, 1.255 pessoas desabrigadas, 1,5 mil hectares de vegetação destruídos, destruição de 82% das edificações de Bento Rodrigues pela lama (das 252 construções, 207 estão na área atingida), e houve impacto também em atividades econômicas como pesca (1.249 pescadores afetados), agricultura e turismo (PAES et al., 2016).

Figura 2 - Caminho percorrido pela lama de rejeitos até o oceano.



Fonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, (FEAM, 2016).

A barragem de Fundão é destinada ao acúmulo de rejeitos de mineração. Sua fiscalização, portanto, cabe ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)¹. Como o empreendimento está localizado no Rio Galaxo, afluente do Rio Doce, que possui gestão estadual, a outorga de direito de uso da água do rio para a atividade de mineração é concedida pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)² e a licença ambiental é concedida pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente)³.

A FEAM é um dos órgãos seccionais de apoio do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e atua vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) do estado de Minas Gerais. A FEAM é responsável pelas políticas relacionadas à proteção e conservação do meio ambiente e pela correção e prevenção de degradações causadas por atividades humanas e por realizar fiscalizações nas estruturas. Além disso, deve acompanhar relatórios de auditoria técnica de segurança e, com base nesses dados, elaborar uma programação anual de fiscalizações priorizando as estruturas que não possuem estabilidade garantida. A FEAM classifica as barragens em três categorias: Classe I, onde existe baixo potencial de dano ambiental; Classe II, onde existe médio potencial de dano ambiental e; Classe III, onde existe alto potencial de dano ambiental.

1 - <http://www.dnpm.gov.br/>

2 - <http://www.igam.mg.gov.br/>

3 - <http://www.feam.br/>

4 - <http://www.meioambiente.mg.gov.br/copam>

5 - <http://www.meioambiente.mg.gov.br/>

Já o DNPM é um órgão federal e seu propósito é realizar o planejamento e o estímulo da atividade mineradora e mediar pesquisas na área da mineração, além de controlar e fiscalizar atividades mineradoras por todo país. Todas as informações utilizadas pelo DNPM são fornecidas pelo próprio empreendedor. As barragens são classificadas de acordo com dois índices, Categoria de Risco (CRI) e o Dano Potencial Associado (DPA). O resultado final de ambas as classificações pode ser: alto, médio e baixo.

No entanto, os dados destes órgãos nem sempre estão atualizados. O site do jornal do Estado de Minas Gerais noticiou na época do desastre ambiental (PARREIRAS, 2015) que os órgãos fiscalizadores das duas esferas governamentais admitiram que as equipes priorizam vistorias onde os riscos são mais evidentes, devido ao número insuficiente de fiscais. De acordo com o relatório de 2013 da FEAM, a barragem continha 2,65 milhões de metros cúbicos. Entretanto, estima-se que vazaram 55 milhões de metros cúbicos em sua ruptura em 2015 (20 vezes maior que o valor no relatório). De acordo com o Cadastro de Barragens de Minérios do DNPM, a barragem de Fundão foi classificada na categoria de baixo risco e alto dano potencial associado, devido ao seu grande potencial de danos ambientais, agravados pela concentração populacional do povoado próximo, de Bento Rodrigues.

Em janeiro de 2019, outro grande desastre ocorreu. Uma barragem da mineradora Vale se rompeu em Brumadinho, causando a morte de 259 pessoas e o desaparecimento de outras 11 (G1, 2019). Mais uma vez, quase todas as 13 barragens da Vale no Córrego do Feijão eram consideradas de Baixo Risco, com Dano Potencial Alto (ANM, 2019). A imagem aérea na Figura 3 ilustra a modificação ocorrida na região antes e depois do desastre.

Figura 3 - Imagens aéreas obtidas antes e depois do desastre em Brumadinho.



Fonte: BBC (2019).

Os dois desastres ocorridos em um curto período de tempo mostram que o monitoramento de barragens é importante para prevenção de desastres. Este estudo tenta responder à seguinte questão: é possível que a sociedade civil monitore barragens de rejeitos, de forma independente dos órgãos públicos? Para isso, o trabalho propõe um sistema para monitoramento de barragens de rejeito em que são usadas ferramentas gratuitas, com dados e imagens disponíveis de forma pública. A proposta é dividida em duas partes:

1. Realizar o mapeamento geoprocessado das barragens de mineração, com base nos dados de relatórios de barragens do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), mapeando-os geograficamente de forma que seja possível facilitar a localização das barragens existentes no Brasil. Para tal, usa-se a *API Maps JavaScript API*⁶ que integra o *Google Maps*⁷ em um site ou aplicativo. Uma API (interface de programação do sistema, do inglês *Application Programming Interface*) é uma definição de como outras aplicações vão se comunicar com a sua aplicação interna. Em outras palavras, uma API permite que se façam chamadas diretas de funções do sistema sem a necessidade de se conhecer o funcionamento do mesmo.
2. Desenvolver o protótipo de um sistema de apoio na avaliação da evolução da área de uma barragem de rejeitos. A avaliação se baseia no cálculo da área da diferença entre duas imagens de mesma resolução e obtidas de uma mesma região, mas coletadas em dias diferentes. O estudo de caso usa imagens retiradas da ferramenta *Google Earth*⁸, que contém um histórico de imagens por localização. O sistema não é automático, e as operações de processamento das imagens serão escolhidas pelo usuário dentre um conjunto de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) disponíveis para a segmentação da área da barragem.

Este trabalho se limita a avaliar os dados das barragens de rejeitos de mineração do estado de Minas Gerais, que é o estado onde ocorreram os dois acidentes ambientais citados e que conta com o maior número de barragens de rejeitos de mineração entre os estados brasileiros (DIAS, 2016).

O texto está organizado da seguinte forma: Além desta Introdução, a Seção 2 apresenta o mapeamento geoprocessado das barragens, a Seção 3 descreve a solução para a estimativa das áreas das barragens e, por fim, a Seção 4 encerra o texto com as considerações gerais sobre a proposta e trabalhos futuros.

2. MAPEAMENTO DAS BARRAGENS

Desde a recente popularização das chamadas *Mapping Solutions* ou soluções de mapeamentos como *Google Maps*, *iOS Maps*⁹ e *Bing Maps*¹⁰, as pessoas passaram a utilizar tais ferramentas para procurar a localização de lojas, endereços, restaurantes, ou formas de chegar a seus destinos (BRUNET & FREIRE, 2010). Este trabalho utilizou APIs disponibilizadas pelo *Google Maps*, a fim de

6 - <https://cloud.google.com/maps-platform?hl=pt>

7 - <https://www.google.com/maps>

8 - <https://www.google.com/earth/>

9 - <https://www.apple.com/maps/>

10 - <https://www.bing.com/maps/>

atender públicos variados. Uma das APIs do *Google Maps* para aplicações *web* se chama *Maps JavaScript API*. Por meio dela é possível integrar mapas de variados tipos, adicionar imagens de satélite e calcular rotas em páginas *Web*. A documentação da API é toda voltada para quem está familiarizado com programação *JavaScript* e com conceitos de programação orientada a objetos. Para utilizar a API, é necessário adquirir uma chave (existe a chave para usuários “padrão”, que é gratuita, e a chave para usuários “Premium”, que é paga), a usada neste trabalho foi a chave gratuita.

Os dados iniciais da FEAM estão disponíveis no formato Excel¹¹ (arquivo em extensão .xlsx) e, para este trabalho, foi usada a última versão completa, do ano de 2017. Os dados do DNPM estão disponíveis em seu site¹² e podem ser exportados no formato Excel ou PDF. As coordenadas geográficas presentes nos dados do DNPM estão no formato de latitude e longitude em graus, minutos e segundos, sendo necessário realizar conversão para o formato de latitude e longitude com graus decimais. Para se manter uma compatibilidade com os dados da FEAM, também foram usados os dados do DNPM de 2017.

O sistema proposto funciona em passos sequenciais. Primeiramente os dados são convertidos no modelo de dados aceito pela *Maps JavaScript API*. Em seguida, um código *JavaScript* é usado para gerar o mapa através do *Maps JavaScript API*. A visualização do mapa é realizada via navegador em página HTML. Para a visualização, trabalhou-se com dois tipos de mapas: mapas de calor, utilizados para representar a concentração de pontos em uma determinada superfície; e os mapas de círculos, utilizados para representar uma população em um determinado ponto geográfico.

2.1 Geração dos mapas

A seguir, será mostrado um exemplo de geração de mapa, para que o processo seja compreendido de forma mais detalhada. O Quadro 1 contém o código associado. Cada ponto do mapa é uma barragem (identificado no código pelo termo **city**, que significa cidade em inglês). O processo se inicia com a criação de um vetor chamado *citymap* com os pontos do mapa, contendo as coordenadas geográficas do centro de cada ponto (**lat** e **lng**). A população (**population**) denota o raio ao redor do centro de um certo ponto, indicando o tamanho de sua região. Em seguida, o mapa é iniciado através da função **initMap**, definindo a posição inicial do mapa que será exibida no navegador do usuário. Por fim, são definidas as características dos círculos (variável **cityCircle**) para cada município no mapa: cor do contorno do círculo (**strokeColor**), opacidade da cor do círculo (**strokeOpacity**), escala (**strokeWeight**), cor interna do círculo (**fillColor**) e sua opacidade (**fillOpacity**). O elemento visual escolhido é um círculo, pois foi usado o *google.maps.Circle*, mas é possível usar outros marcadores¹³. Mais detalhes podem ser encontrados em Batista (2017).

O uso e interação das páginas com os mapas criados é o usual para quem navega em páginas do Google Maps: para se fazer os comandos de Zoom out e Zoom in, usa-se a tecla CTRL aliada ao movimento de deslizamento do botão central. Além disso, a parte superior mostra um painel com 4 botões de comando (Figura 4): alternar para mapas de calor (Toggle Heat Map) ou para gradiente de cores (Change gradient), aumentar/diminuir o raio (Change radius) e tornar o gradiente transparente ao mapa (Change Opacity). Além disso, é possível trocar o fundo por mapa ou imagem de satélite.

11 - <http://www.feam.br/gestao-de-barragens/inventario-de-barragens>

12 - <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/ClassificacaoNacionalDaBarragem>

13 - <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/reference/marker>

Quadro 1 - Código para inserção das barragens no mapa, com visualização pontual por círculos.

```

var citymap = {
  ANTONIODIAS: { center: {lat:-19.6500000000, lng:-42.8700000000},population:4000},
  BRUMADINHO: { center: {lat:-20.1400000000, lng:-44.2000000000},population:1000},
  CONGONHAS: { center: {lat:-20.5000000000, lng:-43.8500000000},population:6000},
  VERMELHONOVO: { center: {lat:-20.0300000000, lng:-42.2600000000},population:1000}
};

function initMap() {
  var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
    zoom: 6,
    center: {lat: -18.4971513, lng: -44.2299808},
    mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
  });

  for (var city in citymap) {
    var cityCircle = new google.maps.Circle({
      strokeColor: '#FF0000',
      strokeOpacity: 0.8,
      strokeWeight: 2,
      fillColor: '#FF0000',
      fillOpacity: 0.35,
      map: map,
      center: citymap[city].center,
      radius: Math.sqrt(citymap[city].population) * 100
    });
  }
}

```

Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 4 - Painel de botões de comando da página do mapa.



Fonte: retirada de página do mapa gerado pelo código dos autores (2020).

2.2 Dados DNPM x FEAM

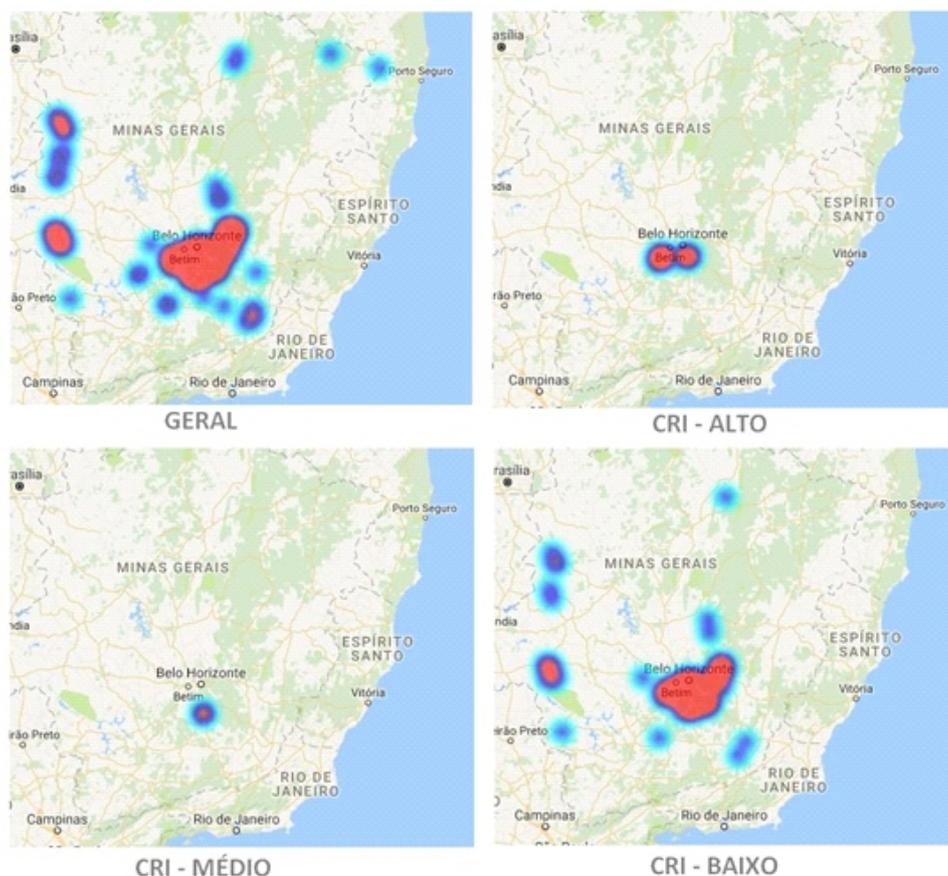
Por ser um órgão nacional, o DNPM possui um total de 386 barragens cadastradas, sendo 216 instaladas no estado de Minas Gerais. Já a FEAM, que é um órgão estadual, apresenta um total de 730 barragens no estado de MG com as tipologias Mineração, Indústria e Destilaria de Álcool. Considerando apenas as barragens com tipologia de mineração, existe um total de 442 barragens cadastradas.

Apesar de os órgãos não possuírem as mesmas responsabilidades, por serem de esferas diferentes, seus dados deveriam ser idênticos. A FEAM é o órgão que dá o aval ambiental para que uma barragem de rejeitos funcione em MG e o DNPM é o órgão que fiscaliza este conjunto de barragens. Entretanto, foi verificado que o órgão que emite a concessão ambiental apresentou mais que o dobro (442 contra 216) de barragens que o órgão que deveria fiscalizá-las. Nenhum documento ou artigo foi encontrado que justificasse o motivo desta diferença tão grande entre os órgãos. O texto do professor Marques (2015) mostra valores similares na divergência dos dois órgãos com os dados de 2014, mas não há uma explicação do motivo desta diferença.

2.3 Mapas do DNPM

Os mapas de calor (Figura 5) foram gerados para demonstrar a densidade de barragens no estado de Minas Gerais em relação ao critério Categoria de Risco, e mostram que 210 barragens (97,22%) estavam com CRI classificado como Baixo, uma barragem estava com CRI classificado como Médio e 5 barragens (2,31%) com CRI classificado como Alto.

Figura 5 - Mapas de calor dos dados do DNPM de acordo com o CRI.



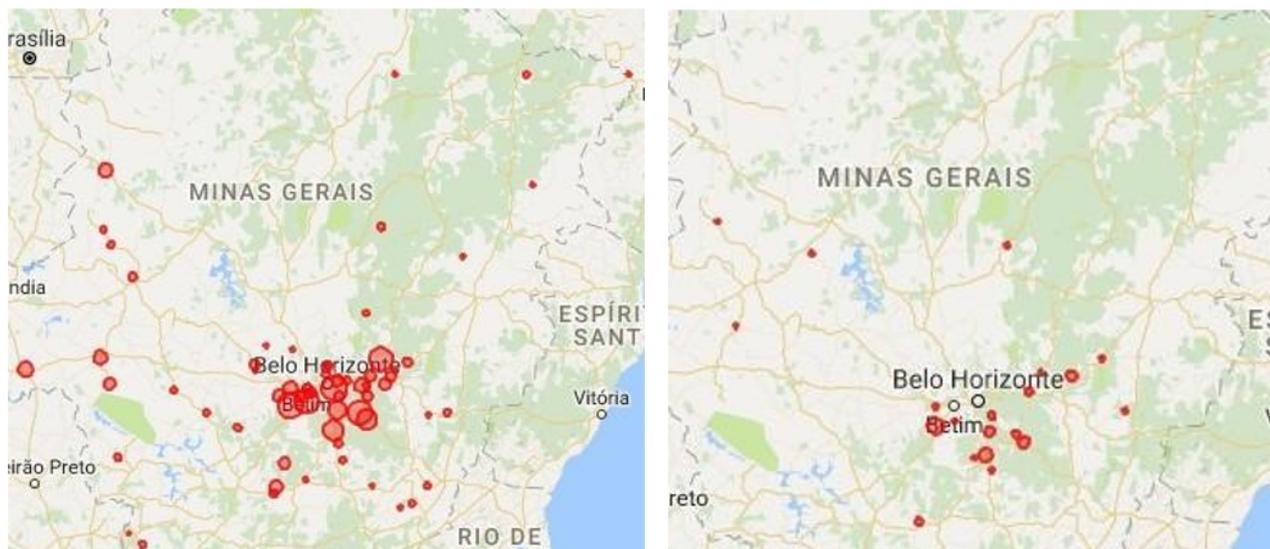
Fonte: mapas gerados pelo código dos autores (2020).

Pode-se observar no mapa que existe uma grande concentração de barragens próxima a cidade de Belo Horizonte. A Categoria de Risco Alto é a mais preocupante e há 3 (três) barragens em torno do Parque de Exposições João Belo Andrade, local onde há eventos e chega a concentrar mais de 20 mil pessoas.

2.4 Mapas do FEAM

A FEAM elabora uma programação anual de fiscalizações priorizando as estruturas que não possuem estabilidade garantida. Há um campo em seu cadastro de barragens que é a “situação de estabilidade”, que indica se houve ou não auditoria (caso ela exista), e então indica-se a conclusão do auditor. A auditoria indica haver 395 barragens em situação de estabilidade garantida, 18 com estabilidade não garantida pelo auditor e as outras 29 foram consideradas em situação especial ou rompidas. Foram criados dois mapas de círculos: barragens com estabilidade (Figura 6a) e não estabilidade garantida (Figura 6b).

Figura 6 - Mapas de círculos dos dados da FEAM (a) com estabilidade garantida e (b) com estabilidade não garantida.



(a) (b)
Fonte: mapas gerados pelo código dos autores (2020).

Novamente, pode-se observar que existe uma grande concentração de barragens próximas à cidade de Belo Horizonte sem estabilidade garantida pela auditoria.

3. ESTIMATIVA DA ÁREA DAS BARRAGENS

O objetivo desta parte do trabalho foi desenvolver uma ferramenta para analisar imagens aéreas de barragens de rejeitos e compará-las ao longo do tempo, utilizando um conjunto de técnicas de processamento digital em imagens das barragens de rejeito obtidas através do *Google Earth*.

Este sistema foi desenvolvido com o conceito de *API REST* no servidor, desacoplado da aplicação que roda no cliente. A arquitetura REST (transferência de estado representacional, do inglês *Representational State Transfer*) é uma arquitetura para comunicações entre aplicações em rede (FIELDING, 2000), que utiliza conceitos de comunicação definidos pelo protocolo HTTP. As definições incluem o método *GET* para recuperar um recurso, o método *PUT* para alterar o estado ou atualizar um recurso (que pode ser um objeto, arquivo ou bloco), o método *POST* para criar um recurso e o método *DELETE* para remover um recurso (ROUSE, 2016).

A linguagem escolhida para o desenvolvimento do servidor foi *Python*, e para o cliente/interface foi utilizado *javascript* e *HTML*. Um dos *frameworks* em *Python* utilizados no desenvolvimento do sistema *web* foi o *Django*¹⁴. Além disso, foram utilizadas as bibliotecas *Numpy* para operações que envolvem *arrays*, *matplotlib* para conversão da imagem em *arrays*, facilitando a manipulação das imagens, e *scikit* para o processamento das imagens.

14 - <https://www.djangoproject.com/>

Para utilizar o sistema, o usuário deve selecionar duas imagens e realizar o *upload* delas. Para cada imagem de entrada, o usuário deve escolher as opções das técnicas de processamento de imagens para a segmentação da área da barragem. A Figura 7 mostra a janela de interface com o usuário com a sequência de passos: seleção do canal, aplicação do filtro da mediana, binarização e operações morfológicas.

Figura 7 - Tela de opções das técnicas do processo de segmentação da barragem.

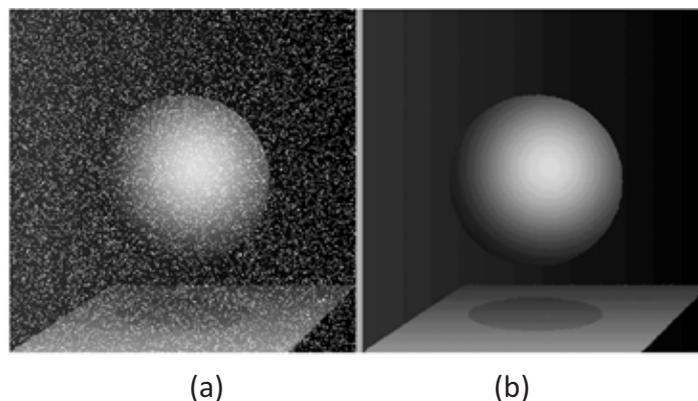


Fonte: elaboração própria (2020).

O primeiro passo no processo de segmentação é converter as imagens para escala de cinza. Uma imagem digital é representada por uma matriz onde cada elemento (denominado *pixel*) é definido pela função $f(x,y)$ proporcional à intensidade luminosa (brilho ou nível de cinza) no ponto considerado (GONZALEZ; WOODS, 2006). Quando se trabalha com uma imagem colorida, ela é representada por um espaço de cores, sendo o mais conhecido o RGB (*Red, Green, Blue*), onde cada *pixel* tem sua intensidade de brilho em três matrizes ou três canais: vermelho, verde e azul. Ao isolarmos um único canal de cor, é como se tivéssemos uma imagem em intensidade de cinza.

O segundo passo do processo é reduzir o ruído da imagem. No sistema proposto, foi utilizada a função de mediana para remover o ruído. A Figura 8 mostra um exemplo de uma imagem onde foi aplicado o filtro da mediana. Este filtro foi escolhido para que haja preservação das bordas. O usuário do sistema pode escolher o tamanho da janela de pixels a ser utilizada no cálculo da mediana (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999). As opções são de 1, 5, 7, 10 e 15 pixels.

Figura 8 - (a) imagem inicial e (b) após o filtro da mediana.



Fonte: retirada de Gonzalez e Woods (2006).

O próximo passo é a binarização da imagem, convertendo-a para uma imagem em preto e branco. Este processo consiste em definir um valor de limiar entre os níveis de cinza para separá-la em duas

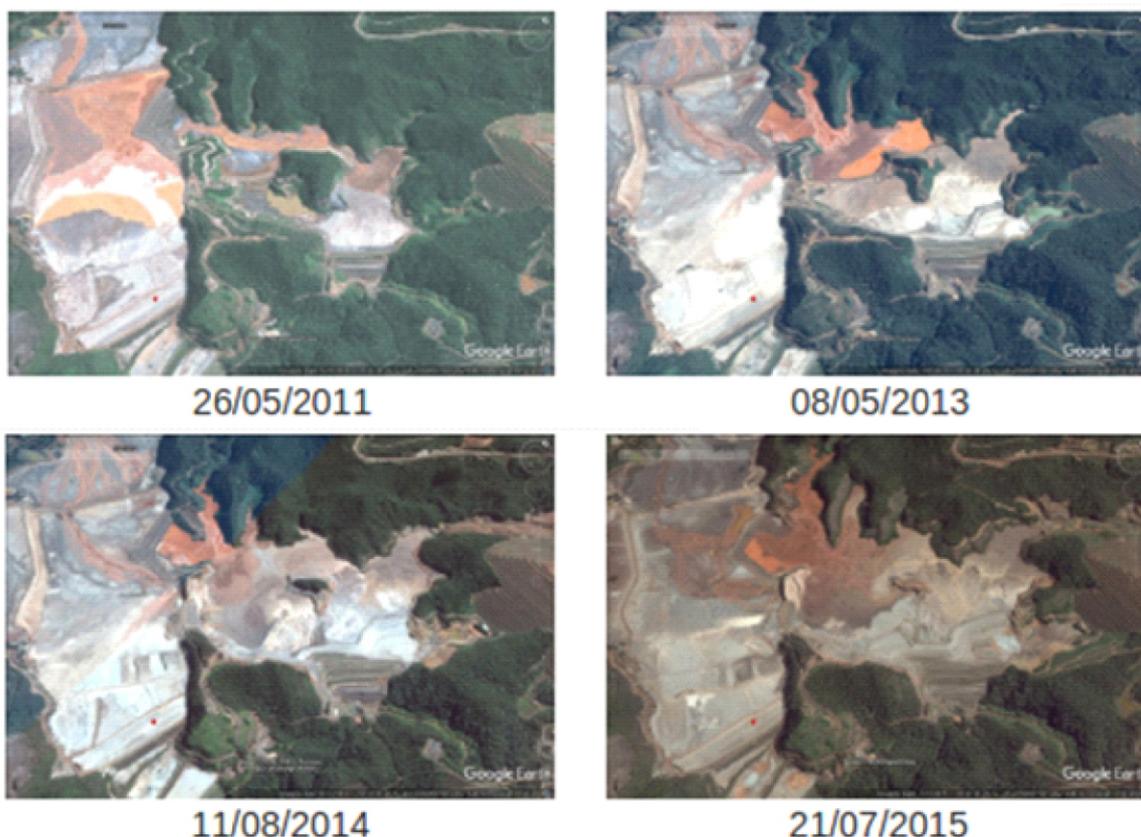
regiões distintas: *pixels* com valor abaixo do limiar são convertidos para 0 (preto) e os valores acima do limiar são convertidos para 255 (branco). O cálculo desse limiar é feito através do algoritmo de *Otsu* (OTSU, 1979). Esse passo é fundamental para separarmos quais *pixels* serão contabilizados como área da barragem.

Após a binarização, ainda podem existir ruídos que se assemelham a ilhas de pixels brancos. Isso é tratável com algoritmos de morfologia matemática (PARKER, 2010): erosão, dilatação, abertura e fechamento. A aplicação desses métodos e a ordem na qual eles são aplicados é deixada a critério do usuário. Mais detalhes do desenvolvimento podem ser encontrados em Campello (2018).

3.1 Estudo de caso: Barragem de Fundão

Foi selecionada a Barragem de Fundão para o estudo de caso de estimativa do crescimento da área de barragem, permitindo avaliar se o monitoramento poderia ser feito antes do acidente. A Figura 9 apresenta quatro imagens extraídas do Google Earth: 26/05/11, 08/05/2013, 11/08/2014, 21/07/2015.

Figura 9 - Quatro imagens extraídas do Google Earth, em datas diferentes.



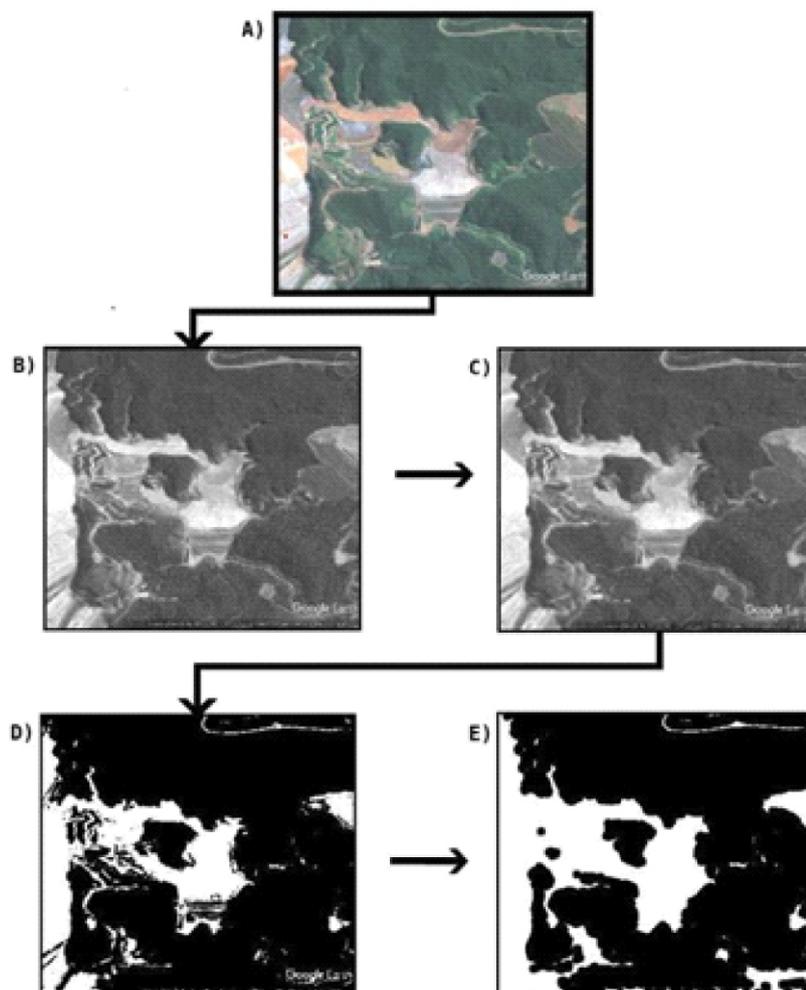
Fonte: imagens retiradas do Google Earth.

A Figura 10 apresenta o resultado de cada passo executado pelo sistema para a imagem obtida no dia 26/05/2011. Analogamente, a Figura 11 mostra os resultados para a imagem do dia 21/07/2015. O primeiro passo foi a conversão das imagens para escala de cinza usando como base o canal de cor vermelho (representado pelo item B nas duas figuras). Tanto na imagem mais antiga quanto na mais

recente, pode-se observar que há maior destaque na região da barragem, que aparece em cor avermelhada em contraste com o verde ao seu redor. O segundo passo consiste em aplicar o filtro não linear de mediana para a remoção de ruídos da imagem. Para este caso, foi calculada a mediana com a vizinhança de valor 1, o que resultou em uma imagem ainda bem definida e nítida (item C das figuras).

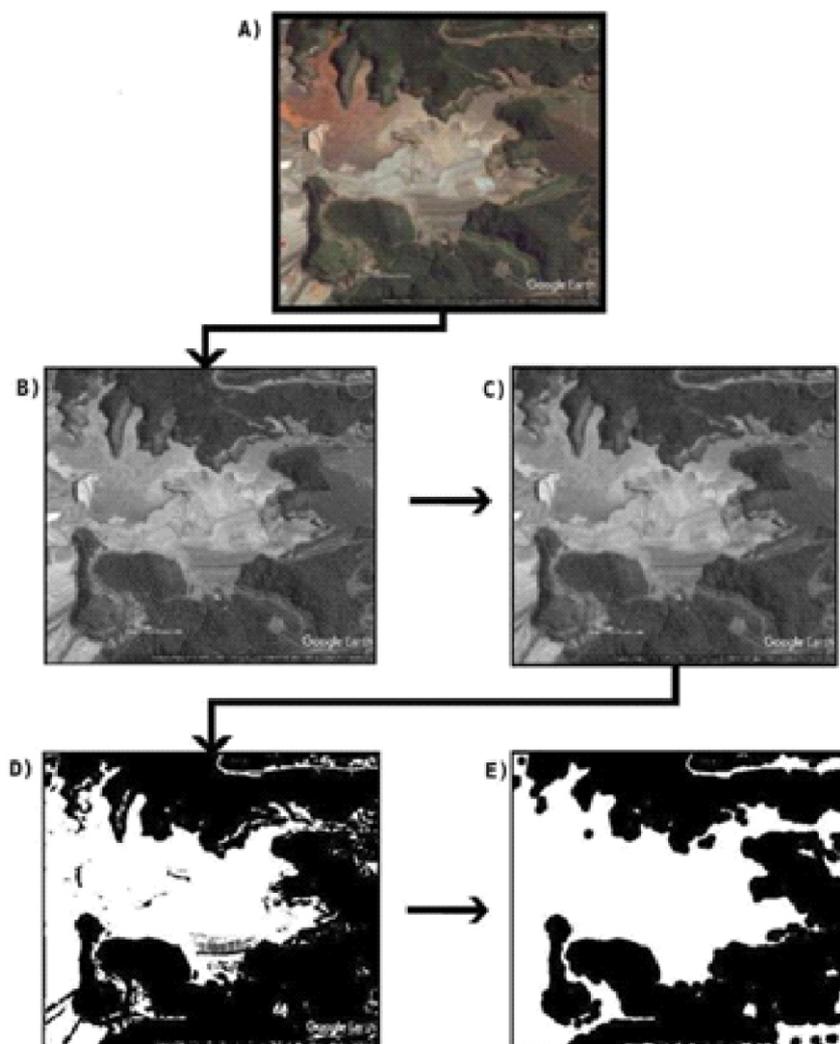
O terceiro passo é a binarização (item D), resultando na separação da região com rejeitos (que agora possui uma cor branca) da região da mata ou sem rejeito (região preta). Para obter um resultado superior, foram aplicados os algoritmos de morfologia matemática para remoção dessas regiões indesejadas. O melhor resultado obtido, sem aumentar a distorção do contorno da imagem, foi através de uma operação de dilatação seguida de uma erosão, resultando no item (E) das figuras. Ao final da aplicação do fluxo de operações, foi calculado o aumento aproximado de 74% no tamanho da área da barragem entre a imagem do dia 21/07/2015 em relação ao do dia 26/05/11.

Figura 10 - Fluxo das técnicas de processamento de imagens das imagens do Google Earth do dia 26/05/2011.



Fonte: elaboração própria (2020).

Figura 11 - Fluxo das técnicas de processamento de imagens das imagens do *Google Earth* do dia 21/07/2015.



Fonte: elaboração própria (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desastres ambientais de Mariana e Brumadinho foram provocados pelo rompimento de barragens e desencadearam problemas que ainda não foram contornados. Ainda há problemas em relação à pesca local, abastecimento de água e assoreamento do Rio Doce, entre outros que não serão solucionados a curto prazo. Os rejeitos de mineração não são tratados como prioridade por parte dos empreendedores por não possuírem valor comercial.

Os desastres poderiam ter sido evitados se as empresas responsáveis pela manutenção das barragens tivessem feito os reparos necessários e a fiscalização fosse mais rígida. Para que a sociedade civil possa cobrar dos órgãos responsáveis e dos governantes, este trabalho propôs uma solução de mapeamento e de estimativa da área de barragem, apresentando se houve aumento e qual foi o percentual de aumento.

Em relação ao mapeamento, foi possível gerar visualizações dos dados do DNPM e da FEAM. Segundo os dados do DNPM, 97,22% das barragens estão com Categoria de Risco considerada Baixa. E segundo a FEAM, 89% das estruturas possuem estabilidade garantida pela auditoria. Os dados mais sensíveis são referentes à Categoria de Risco do DNPM e às que não tem estabilidade garantida pelo auditor da FEAM, pois são estes que avaliam o risco quanto a um acidente, isto é, a ruptura da barragem. Assim, mesmo que pareça pequena a quantidade de 5 barragens em Categoria de Risco Alto, as mesmas continuam em funcionamento e ainda há 18 barragens com estabilidade não garantida pela auditoria.

Em relação à estimativa de área, a ferramenta permitiu uma boa estimativa num estudo de caso na Barragem de Fundão, com duas imagens extraídas do Google Earth (referentes, respectivamente, aos dias 26/05/11 e 21/07/2015). Por não ser um sistema automático, as operações a serem aplicadas nas imagens são escolhidas pelo usuário dentre um conjunto de técnicas de PDI para a segmentação da área da barragem. Com isso, o sistema se torna genérico o suficiente para ser usado para outras finalidades, como segmentação de lagos, rios ou áreas verdes. Os resultados apresentados atenderam às expectativas.

Como trabalhos futuros, planeja-se que o sistema proposto fique disponível na internet para acesso público, já com dados mais recentes sobre a situação das barragens. Além disso, pode-se melhorar a interface para torná-la mais amigável, tornar a segmentação menos dependente das escolhas do usuário (se possível, deixando-a automática) e abranger outros tipos de barragens.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. B. de. Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro. Dissertação (Mestrado) — Mestre em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- ANM. Nota à imprensa. Agência Nacional de Mineração, 21 fev. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/noticias/2019/nota-a-imprensa-2>>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BATISTA, Briane Bianca. Análise Espacial do Mapeamento de Barragens de Rejeitos de Minério no estado de Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Curso Superior de Sistemas de Informação, Instituto Federal do Espírito Santo, 2017. Disponível em: <<http://biblioteca.ifes.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/000014/000014c6.pdf>>
- BBC. Brumadinho: as fotos de antes e depois do rompimento. BBC News Brasil, 25 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47004305>>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BERTONI, Estêvão; ALMEIDA, Rodolfo; TONGLET, Ariel. Mariana: a gênese da tragédia. Nexo Jornal, São Paulo, 04 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/especial/2016/11/04/Mariana-a-gênese-da-tragédia>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- BRUNET, Karla; FREIRE, Juan. Cultura digital e geolocalização: a arte ante o contexto técnico-político. In: VI Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, 2010, Salvador. VI Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, 2010. Disponível em: <<http://karlabru.net/site/publicacoes/cultura-digital-e-geolocalizacao/>>
- CAMPELLO, Gustavo Grimaldi. Um Sistema Web de Segmentação de Imagens aplicado ao Estudo de Caso de Segmentação de Áreas de Barragens de Rejeito. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Curso Superior de Sistemas de Informação, Instituto Federal do Espírito Santo, 2018. Disponível em: <<http://biblioteca.ifes.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/000016/00001651.pdf>>.
- DIAS, D. A. Ação Coordenada: Segurança de Barragens De Mineração. 2016. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/eventos/encontros/acao-coordenada-seguranca-de-barragem-de-mineracao/ApresentaoDarlanBARRAGENS.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- FEAM. Inventário Estadual de Barragens do ano de 2015. 2016. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2016/RESIDUOS_MINERAÇÃO/Inventário_de_Barragens_2015_Final_V01.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.
- FIELDING, Roy Thomas. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. 2000. Tese (Doutorado em Informação e Ciência da Computação) — University of California, Irvine, 2000. Disponível em: <<http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>>.
- G1. Brumadinho: mais duas vítimas do rompimento da barragem da Vale são identificadas. G1, Belo Horizonte, 28 DEZ. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/12/28/brumadinho-mais-duas-vitimas-do-rompimento-da-barragem-da-vale-sao-identificadas.ghtml>>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. Digital Image Processing. 3.ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc, 2006.
- MARQUES, E. A precariedade da Fiscalização de Barragens no Brasil. Instituto Minere, 02 dez. 2015. Disponível em: <<http://www.institutominere.com.br/blog/situacao-fiscalizacao-barragens-brasil>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- MARQUES FILHO, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. Processamento digital de imagens. 1.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 1999.
- OTSU, Nobuyuki. A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, IEEE, v. 9, n. 1, p. 62–66, 1979.

PAES, Cíntia Paes et al. Rompimento de barragem da Samarco, em Mariana, completa um mês. G1, 08 jan. 2016. Disponível em: <<http://especiais.g1.globo.com/minas-gerais/2015/desastre-ambiental-em-mariana/1-mes-em-numeros/>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

PARKER, J. R. Algorithms for Image Processing and Computer Vision. 1. ed. Indianapolis: Wiley, 2010.

PARREIRAS, Mateus. Barragem que se rompeu em Mariana tinha 20 vezes o volume registrado pela Feam. Estado de Minas Gerais, 01 DEZ. 2015. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/12/01/interna_gerais,712952/barragem-tinha-20-vezes-o-volume-registrado.shtml>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ROUSE, Margaret. RESTful API. 2016. TechTarget Network. Disponível em: <<https://searchmicroservices.techtarget.com/definition/RESTful-API>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. Revista Espaço da Sophia, v. 8, p. 1–13, 2007.

TRIBOLI, Pierre Triboli. Projeções nas torres do Congresso relembram desastre ambiental em Mariana. Agência Câmara de Notícias, 05 nov. 2020. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/705169-projecoes-nas-torres-do-congresso-relembra-desastre-ambiental-em-mariana/>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ZERO LATENCY ENTERPRISE EM DATA MART COMERCIAL NO SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO ESTRATÉGICA

Adriano Arrivabene
Fundação Getúlio Vargas - FGV
arrivabenea@gmail.com

Renato José Sassi
Universidade Nove de Julho

Cleber William Vicente
Universidade Nove de Julho

Rogério Lopes Passos
Universidade de São Paulo - USP

Maria Luiza Almeida de Oliveira Moura
Universidade Nove de Julho

RESUMO

O crescente desenvolvimento da tecnologia, vivenciado há várias décadas, fez com que a área de Tecnologia da Informação (TI) apresentasse um avanço significativo no mundo corporativo. A expansão da TI para diferentes áreas da empresa tem permitido uma maior transmissão e armazenamento de informações. A chegada dos computadores pessoais também contribuiu muito para o aumento do armazenamento de informações. Devido a isso, bancos de dados e Sistemas de Informação foram implantados. Os gestores passaram a utilizar os bancos de dados para áreas de negócios específicas, os chamados *Data Marts* (DM). Apesar da utilização de *Data Marts*, os cenários extraídos não expressavam as informações atualizadas na forma como a gestão exigia, pois ainda havia um lapso de tempo entre a ocorrência de um evento e sua absorção pela empresa, o que na verdade significava um atraso no avanço com áreas essenciais e estratégicas do negócio. Minimizar esse atraso tornou-se um desafio e uma necessidade para o competitivo mundo

dos negócios. Na época, a solução adotada, a fim de minimizar o lapso de tempo entre as ocorrências e a efetiva absorção dessas informações, foi denominada *Zero Latency Enterprise* (ZLE). O objetivo deste trabalho foi examinar como as informações em tempo real podem ser obtidas por meio da implementação de um DM em ZLE e como, de forma efetiva, isso daria suporte ao processo de tomada de decisão estratégica nas organizações. Para tanto, foi proposta a criação de um modelo de DM em ZLE com dados obtidos junto ao departamento comercial de uma empresa fornecedora de produtos para a engenharia civil. Esta análise revela resultados significativos, apoiando a ideia original de se desenvolver o suporte necessário para a tomada de decisão.

Palavras-chave:

Informação em tempo real; Data Mart; Zero Latency Enterprise; Decisão estratégica.

ABSTRACT

The growing development of technology, experienced for several decades, has made the Information Technology (IT) area a significant advance in the corporate world. The expansion of IT to different areas of the company has allowed a greater transmission and storage of information. The arrival of personal computers has also contributed greatly to the increase in the storage of information. Because of this, databases and Information Systems were implemented. Managers started to use databases for specific business areas, called Data Marts (DM). Despite the use of Data Marts, the scenarios extracted did not express the updated information in the way management required, as there was still a time lag between the occurrence of an event and its absorption by the company, which in fact meant a delay in progress with essential and strategic areas of the business. Minimizing this delay has become a challenge and a necessity for the competitive business world. At the time,

the solution adopted, in order to minimize the time lag between occurrences and the effective absorption of this information, was called Zero Latency Enterprise (ZLE). The aim of this work was to examine how information in real time can be obtained through the implementation of a DM in ZLE and how, effectively, this would support the strategic decision-making process in organizations. To this end, it was proposed to create a DM model in ZLE with data obtained from the commercial department of a company that supplies products for civil engineering. This analysis reveals significant results, supporting the original idea of developing the necessary support for decision making.

Keywords:

Real-time information; Data Mart; Zero Latency Enterprise; Strategic decision.

INTRODUÇÃO

Devido ao alto desenvolvimento tecnológico, a área de Tecnologia da Informação (TI) tornou-se uma importante aliada das empresas. Devido à grande oferta de ferramentas de gestão e controle, se espalhou por diversas áreas dos empreendimentos, proporcionando uma ampla infraestrutura de comunicação.

Com o advento dos computadores pessoais (PCs) e das redes que os conectam, as áreas departamentais passaram a armazenar grande quantidade de informações de forma desordenada e indiscriminada. Os gerentes perceberam que possuíam muitas informações, mas tinham dificuldade em localizá-las e manipulá-las.

O departamento de TI teve a tarefa de encontrar uma solução para este problema. As bases de dados foram utilizadas e também foram desenvolvidos aplicativos para a manipulação de bases de dados e estes são considerados Sistemas de Informação (SI).

Cientes de que a informação é o maior patrimônio de uma empresa, as diferentes áreas departamentais passaram a selecionar em seus próprios bancos de dados as informações que consideravam estratégicas, armazenando-as em outro banco de dados denominado *Data Mart* (DM). Portanto, os gestores possuíam uma importante ferramenta de apoio à sua estratégia de tomada de decisão (DIAS, 2000).

Ocorreu, no entanto, que o DM não forneceu informações atualizadas, pois havia um lapso de tempo. Era necessário minimizar o tempo entre a ocorrência de um evento e sua absorção pela empresa. Este se tornou o desafio, tornar o DM viável e parte de uma arquitetura onde as informações fossem constantemente atualizadas.

O processo que permite à empresa reagir, com base em informações atualizadas, permitindo reação imediata a eventos internos e externos, foi denominado pelo Gartner Grupo, *Zero Latency Enterprise* (ZLE) (GARTNER, 2021).

Essa estratégia estava em linha com o requisito originalmente apresentado e minimizou os riscos para as decisões dos gestores, pois eles passaram a contar com um suporte viável para sua tomada de decisão.

O objetivo deste trabalho foi examinar como as informações em tempo real podem ser obtidas por meio da implementação de um DM em ZLE e como, de forma efetiva, isso daria suporte ao processo de tomada de decisão estratégica nas organizações.

O trabalho propõe um modelo de DM comercial atualizado com o ZLE e também analisa os resultados da aplicação deste modelo de DM ao departamento financeiro de uma empresa de fornecimento de produtos para a área de engenharia civil, respeitando as necessidades apresentadas pelos gestores, disponibilizando informações atualizadas, com isso, criando uma base estável para sua tomada de decisão.

2. TOMADA DE DECISÃO

O processo ágil de tomada de decisão é essencial para várias áreas do conhecimento, tais como: psicologia, política, administração pública e privada, economia, neurociência e ciências militares em função das vantagens que traz no cumprimento dos respectivos objetivos buscados (FILIZ & BATTAGLIO, 2017).

Segundo Möhlmann e Zalmanson (2017), o processo de tomada de decisão é diretamente influenciado por três fatores:

- Tarefa: são descritos por pressão de tempo/dinheiro, consequência da decisão, informações e objetivos e incerteza.
- Assunto: abordam motivação, autorregulação, cognição e emoções.
- Contexto: referem-se a características: ambientes sociais, comunitários e de trabalho, onde as decisões são tomadas.

Iremos abordar o fator tarefa, que conforme descrito acima, tem como base preponderante o fator tempo e sua relação direta com o processo decisório e, conseqüentemente, o lucro.

Segundo FILIZ & BATTAGLIO (2017), é imprescindível para as empresas o uso de tecnologias modernas voltadas para a agilidade do processo de tomada de decisão dentro das organizações. O mundo globalizado mostra a necessidade de velocidade no processamento das informações.

Dentre as tecnologias atuais podemos citar os bancos de dados, repositórios para os *Data Mart*, *Data Warehouse*, *Big data* e *Data Science*, que geram uma interface entre o usuário e as decisões organizacionais fornecendo opções para a tomada de decisões (FILIZ & BATTAGLIO, 2017).

3. DATA MART

Nas últimas décadas, diante do grande desenvolvimento tecnológico, a área de Tecnologia da Informação (TI) tornou-se uma importante aliada do mundo corporativo. Devido à sua grande oferta de ferramentas de gestão e controle, estende-se pelas áreas departamentais da grande maioria das empresas, proporcionando uma infraestrutura de transmissão e armazenamento de informação nunca antes vista.

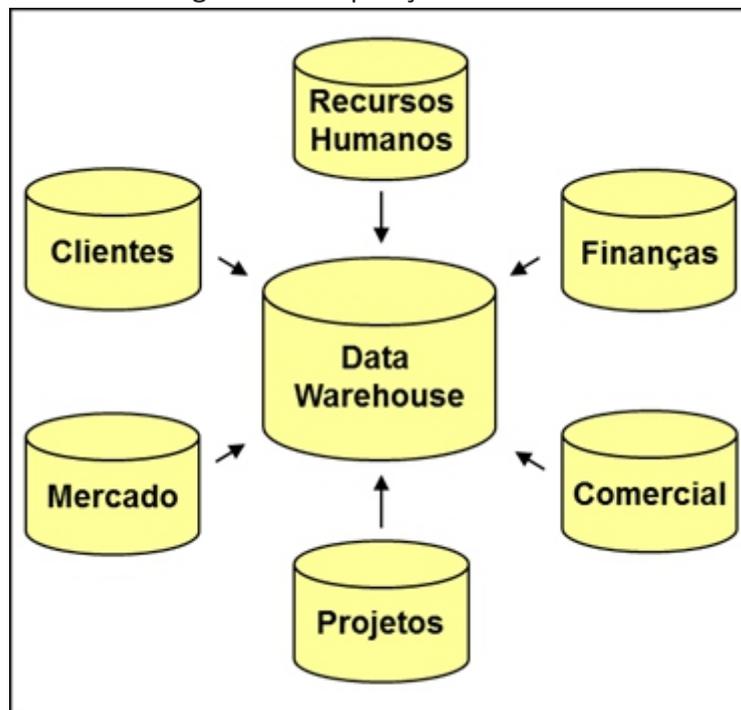
A chegada de computadores pessoais e redes, que conectavam todos os computadores, contribuiu significativamente para a disseminação dos recursos de TI. Essas novas tecnologias geram uma grande quantidade de informações armazenadas de maneira desordenada e sem critérios particulares (FILIZ & BATTAGLIO, 2017).

Os gerentes perceberam que possuíam muitas informações; no entanto, também havia uma grande dificuldade em localizá-las e manipulá-las. A solução encontrada pela área de TI foi utilizar bancos de dados e investir no desenvolvimento de aplicações para manipulação de bancos de dados, criando assim os Sistemas de Informação (SI) (FILIZ & BATTAGLIO, 2017).

As diferentes áreas das empresas passaram a armazenar suas informações nos bancos de dados - e também a serem manipuladas pelo SI. Percebendo a importância dessas informações para as empresas e fundamentais para uma boa gestão, os departamentos passaram a selecionar em seus bancos de dados as informações que consideravam estratégicas para suas áreas de negócio e passaram a armazená-las em outro banco de dados, que chamaram de Data Mart (DM) (DIAS, 2000).

Data Marts foram gerados para atender às necessidades específicas de negócios. Existem subconjuntos de dados corporativos, fisicamente armazenados em mais de um site, a fim de acomodar diferentes áreas departamentais (INMOM, 1996). Por causa dessa abordagem centralizada, o volume de informações armazenadas é menor do que o *Data Warehouse* (DW). A Figura 1 ilustra essa composição.

Figura 1. Composição de um DW.



Fonte: Autores.

Enquanto o DM tem a função de armazenar informações pertencentes a um determinado departamento da empresa, o DW reúne informações de todas as áreas da empresa (LAWYER; CHOWDHURY, p.1-9, 2004). Portanto, o DM pode apoiar a decisão gerencial dos departamentos enquanto o DW apoia a decisão pela alta gestão de toda a empresa (INMOM, 1996).

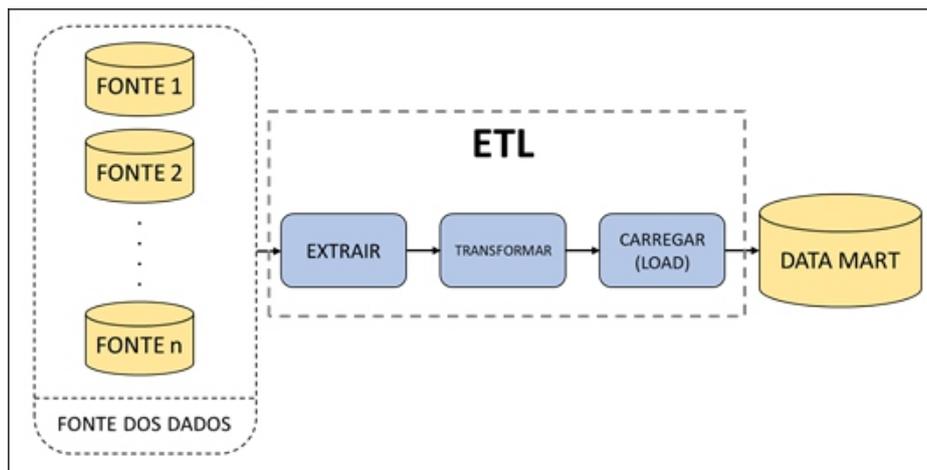
É importante destacar que a utilização do DM, como modelo de armazenamento de informações, requer atenção ao fato de que a criação do mesmo ocorre de forma isolada, por isso, acarreta o risco de produção de ilhas departamentais (INMOM; RICHARD, 1994).

O momento em que os DMs foram construídos pelos departamentos, os objetivos desses departamentos e as tecnologias empregadas, constituem riscos à integridade dos dados, acarretando a não utilização dos mesmos em sua totalidade, ocorrência de inconsistências, ou até redundância nas informações armazenadas (PAN; ZHANG, 2018).

A qualidade de dados também representa grande importância na construção de um DM. Numerosos projetos não atingem seus objetivos devido a não observância desse critério, afetando o resultado (TIWARI et al., 2017).

O ETL (*Extract, Transform and Load*), representado na figura 2 (PAN; ZHANG, 2018), é a etapa mais importante da construção de um DM. Tradicionalmente, a primeira etapa no fluxo de trabalho é extrair os dados de sua fonte, em seguida, sua limpeza e transformação e finalmente carregando os dados no DM, em conformidade com os modelos pré-definidos (PAN; ZHANG, 2018).

Figura 2. Método tradicional de ETL.



Fonte: Adaptado de PAN; ZHANG, 2018.

O ETL precisa ter a capacidade de lidar com mudanças de objetivos dos DM e suportar novas demandas de dados, com volumes cada vez maiores, variedade de tipos e fontes para extração das informações. Novos requisitos dos usuários para análises em tempo real, integração com ambientes externos, de novas tecnologias e ferramentas mais poderosas são qualidades que devem ser implementadas nesse processo à medida que se apresentam (SABTU, 2017). Sempre haverá o risco de desvio do modelo original se ele encontrar um crescimento desestruturado (INMOM; RICHARD, 1994).

O DM é comumente utilizado e constantemente sujeito a melhorias, essas mudanças também os colocam em risco de conter informações replicadas. Este fato exigirá maior atenção em futuras integrações do DM com o DW (ARRIVABENE & SASSI, 2009; DU & WONG, 2004).

Uma boa estratégia é fazer com que o DM faça parte da arquitetura do DW (WANG & LIU, 2008). Este DM é então denominado Incremental Data Mart e seu sucesso depende da visão corporativa e também da autoridade do patrocinador do projeto para implantá-lo. Eles definirão a prioridade de implementação de cada DM e o prazo e escopo de cada um (ARRIVABENE & SASSI, 2009; DU & WONG, 2004).

4. LATÊNCIA ZERO NA EMPRESA

Segundo o Gartner Grupo, a latência zero na empresa ou *Zero Latency Enterprise (ZLE)* é o nome dado às estratégias que exploram as trocas imediatas de informações refletindo na obtenção de benefícios comerciais. A imediatez referida implica na velocidade suficiente para trazer todos os benefícios de negócios que o conhecimento pode alcançar (GARTNER, 2021).

A proposta é diminuir o tempo entre a ocorrência de um evento e a implementação de uma resposta ou ação adequada, em nível corporativo, envolvendo todas as áreas da empresa, em tempo real, acessando todos os dados corporativos, seus negócios e seus clientes, a fim de responder com agilidade para atender às demandas de um mercado cada vez mais exigente (ZLE).

A latência não pode ser literalmente zero em qualquer sistema real. Tecnicamente, o termo latência significa o tempo que um sistema leva para absorver a informação e responder a qualquer evento relacionado à empresa (ZLE).

Para ter sucesso, uma estratégia precisa ter uma infraestrutura ZLE, rede, hardware, software, integração de aplicações e bancos de dados (RANADIVE, 2006).

Segundo Attig et al. (2017), a evolução tecnológica dos computadores e da comunicação contribuiu na busca pela latência zero, permitindo a criação de uma infraestrutura compatível com a necessidade. A velocidade de hardware, a largura de banda de comunicação e também a velocidade do software corroboraram com a diminuição do tempo entre a ocorrência do evento e a absorção pelos sistemas das empresas. A latência é um aspecto inevitável da interação humano-computador (HCI) (RANADIVE, 2006).

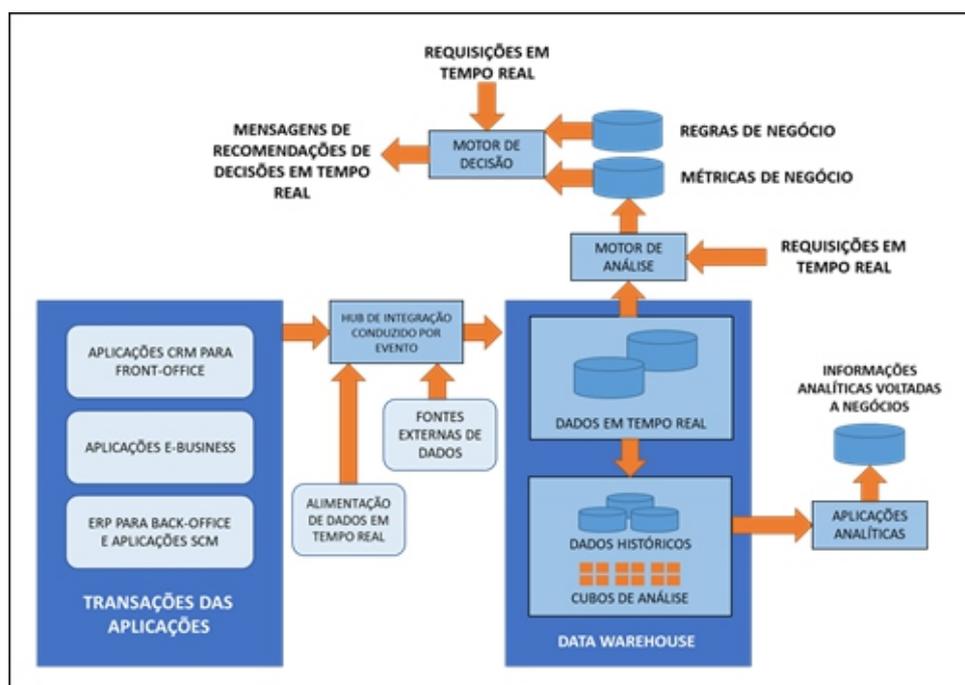
Com as soluções ZLE, as empresas podem acessar as informações assim que elas ocorrem, vindas de qualquer setor ou departamento. Portanto, é possível (RANADIVE, 1999):

- Gerenciar o CRM em tempo real;
- Melhorar processos;
- Reduzir custos de negócios;
- Reagir imediatamente às mudanças do mercado;
- Obter uma visão única e consolidada do negócio;
- Integrar *e-Business* e *e-Commerce* diretamente aos aplicativos corporativos;
- Acelerar a introdução de novos produtos e serviços;
- Ter a visão de produção em tempo real.

A ideia de uma estratégia ZLE é usar um DM para gerar o DW, integrado com outras ferramentas de BI, a fim de fornecer latência zero das informações para que as decisões sejam tomadas com muito mais rapidez. Essa associação foi denominada Processamento de Decisão em Tempo Real ou *Real Time Decision Processing* (WHITE, 2001).

Embora não seja uma arquitetura única, esse processo garante informações atualizadas. A Figura 3 mostra a arquitetura do *Real Time Decision Processing*.

Figura 3. Arquitetura do Real Time Decision Processing.



Fonte: WHITE, 2001.

A Figura 3 ilustra que na primeira camada estão os sistemas operacionais da empresa, utilizados na manipulação das informações armazenadas nos DM e DW, que estão na segunda camada. Há uma combinação de dados históricos em tempo real alimentando a camada superior. Uma terceira camada analisará esses dados com modelos específicos de mineração de dados. Na camada superior dessa tecnologia combinada, é onde as informações são apresentadas.

Segundo Zhou R e Shao e Zhou L (2016) APUD (ATTIG et al., 2017), o aumento do tempo entre a ocorrência do evento e o devido reconhecimento da informação pela empresa prejudica o desenvolvimento das atividades pelos usuários. Também Martens, Franke, Rauh e Krems (2018) APUD (ATTING et al., 2017) afirma que o desempenho dos usuários pode ser afetado negativamente quando a latência é perceptível.

5. METODOLOGIA

Este trabalho foi de natureza conceitual e descritiva, sendo desenvolvido a partir de pesquisas bibliográficas. Trabalhos dessa natureza observam registros, analisam e correlacionam eventos sem manipular nenhuma informação.

Este trabalho propôs um modelo para DM com a implementação de ZLE. Este modelo foi aplicado ao departamento comercial de uma empresa da área de fornecimento de produtos para a área de engenharia civil, fabricante de pisos e acessórios ligados ao setor imobiliário. Os dados utilizados na modelagem e análise do DM foram coletados na mesma empresa.

O banco de dados utilizado foi na linguagem de consulta estruturada (SQL) e a ferramenta de extração foi fornecida pelo banco de dados: SQL.

As etapas a seguir fazem parte do método de desenvolvimento:

- Revisão da literatura sobre temas: expansão da área de TI nas empresas, DM, ZLE e tomada de decisão;
- Foi proposto um modelo comercial de DM ZLE para auxiliar à tomada de decisão;

A Tabela 1 mostra os contatos realizados com os representantes da empresa.

TABELA 1. Tabela de Contatos

Contatos	Características		
	Tipo	Quantidade	Duração (minutos)
Presidente	Telefone	1	40
Gestor 1	Telefone	1	40
Gestor 2	Telefone	1	65
Analista 1	Telefone	4	15
	Entrevista	1	50
Analista 2	Telefone	3	12
	Entrevista	1	70
Analista 3	Telefone	4	15
	Entrevista	1	45

Fonte: Autores

Para modelar os dados do DM, segundo Kimball, um modelo dimensional poderia ser usado em torno do tema central (KIMBALL, 2002). Todo o processo de modelagem foi direcionado especificamente para atender às necessidades levantadas durante as entrevistas e contatos telefônicos com os gerentes do departamento comercial desta empresa.

Solicitou-se aos gestores que mencionassem quais as informações necessárias ainda não foram obtidas e quais as informações que consideravam importantes para o desenvolvimento de novos planos ou estratégias de negócios relacionados aos processos internos.

A pesquisa resultou nas seguintes necessidades:

- Relatório dos produtos mais comprados e, conseqüentemente, os que geraram as maiores margens de lucro (produção x vendas);
- Relatório com previsão de materiais necessários para um mês de produção, com base no histórico de consumo do cliente;
- Relatório dos produtos com maior demanda a cada mês.

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

O DM proposto, desenhado para este departamento comercial da empresa de fornecimento de produtos para a área de engenharia civil, era o provedor da informação, que incluía várias tabelas, entre elas, informações sobre: Clientes, Produtos, Pedidos, Estoque, Expedição e Fabricação.

A Tabela 2 apresenta uma visão parcial da tabela de produtos produzidos e comercializados pela empresa.

TABELA 2. Tabela de Produtos

Produtos Tabela	Características	
	Nome	Grupo
Piso	Cumaru 6,5x1,1cm P.P.	Piso
Piso	Cumaru 14x1,8cm P.P. Multistrato	Piso
Acabamento	Amendoim 1,3x1,3cm	Rodapé
Acabamento	Tauari 1,3x1,3 cm P.P.	Rodapé
Piso	Cumaru 14x2cm Demolição RL M/Avançado	Piso
Piso	Guaiuvira 14x1,8cm P.P Multistrato	Piso
Acabamento	Rodapé Muiracatiara 7x1,7cm P.P. Tiger wood	Rodapé

Fonte: Autores

Relatórios analíticos foram gerados para atender às necessidades apresentadas pela direção da empresa. Os conjuntos de informações armazenados no DM foram extraídos por meio de uma verificação cruzada entre as tabelas.

O primeiro requisito foi a necessidade de gerar um relatório apresentando os produtos mais vendidos que geraram a maior margem de lucro (produção x vendas). A Tabela 3 mostra uma visão parcial do resultado extraído.

TABELA 3. Tabela de Produtos mais rentáveis

Produtos Tabela	Características	
	Nome	Margem de Lucro (%)
Piso	Multilaminado Ipê Mel Claro 7x76 mm	67
Piso	Multilaminado Ipê Mel Medio 7x76 cm	66
Piso	Multistruturado Cumaru 9,5x82,5mm	66
Piso	Multilaminado Aneгри Claro 7x160 mm	62
Piso	Taco Sucupira 7x1,9cm RL	59
Piso	Taco Cumaru 3x40x2cm	59
Piso	Taco Cumaru 10x1,9 RL	56
Piso	Taco Perobinha Dourada 3,3x1,9cm RL	55
Acabamento	Rodapé Cumaru 7x2cm curto	53
Acabamento	Cordão Amendoin 1,3x1,3cm	49

Fonte: Autores

O segundo requisito: um relatório fornecendo uma projeção dos materiais necessários para manter a fabricação por um mês, com base no consumo histórico do cliente. A Tabela 4 apresenta uma visão parcial da previsão de produção.

TABELA 4. Tabela de Previsão de fabricação de Produtos

Projeção de Fabricação Tabela	Características		
	Nome	Grupo	Fabricação (metros)
Acabamento	Rodapé Ipê 7x2cm	Rodapés	82000
Acabamento	Rodapé Ipê 7x2cm P.P.	Rodapés	81600
Acabamento	Rodapé Muiracatiara 7x1,7cm P.P. Tiger wood	Rodapés	81400
Acabamento	Rodapé Perobinha 15x2cm	Rodapés	80000
Acabamento	Rodapé Tauari 10x2cm	Rodapés	79500
Acabamento	Soleira Cumaru 10x2cm	Frontão	79400
Acabamento	Soleira Perobinha 35x5cm Customizada	Frontão	79300
Acabamento	Soleira Sucupira Demolição 35x3cm	Frontão	79300

Fonte: Autores

A terceira necessidade: um relatório apresentando os meses do ano em que a empresa enfrenta maior demanda por produtos específicos. A Tabela 5 apresenta uma visão parcial dessas informações.

TABELA 5. Tabela de demanda de Produtos em meses específicos.

Tabela de Pedidos	Características		
	Nome	Grupo	Mês
Piso	Ass. Ipê 10x2cm	Piso	Setembro
Piso	Ass. Ipê Multistrato Demolição 19,5x1,8 cm P.P.	Piso	Outubro
Piso	Ass. Perobinha 10x2cm m/avançado	Piso	Agosto
Piso	Ass. Perobinha Dourada 15x2cm Demolição	Piso	Setembro
Piso	Ass. Tauari 9,5x1,8cm P.P.	Piso	Outubro
Piso	Ass. Tauari 15x2cm	Piso	Outubro
Piso	Ass. Perobinha 15x2cm Demolição	Piso	Agosto
Piso	Ass. Perobinha Dourada 6,5x1,8cm	Piso	Agosto

Fonte: Autores

A gestão da empresa se mostrou satisfeita com a extração das informações. Essas informações influenciaram o processo de tomada de decisão gerando:

- Investimentos na linha de produção;
- Previsão de fabricação de produtos;
- Previsão de vendas de produtos.

CONCLUSÃO

Nas últimas décadas, o departamento de TI tornou-se um importante aliado das empresas. Sua ampla gama de ferramentas de controle e gestão fez com que se ampliasse, proporcionando uma ampla e eficaz infraestrutura de comunicação.

As áreas departamentais passaram a guardar suas informações em PCs, gerando um grande volume de informações confusas e indiscriminadas. Os gerentes perceberam que tinham dificuldade em manipular essas informações. Assim, as áreas departamentais passaram a selecionar as informações estratégicas e armazená-las no DM, tornando-o uma importante ferramenta de apoio no processo de tomada de decisão.

Também foi necessário obter informações atualizadas do DM, conseqüentemente tornando o DM parte da ZLE. Esse cenário motivou o desenvolvimento deste trabalho, que analisou o suporte para a tomada de decisão com a aplicação da ZLE em DM.

A análise baseada em pesquisas e no modelo DM proposto atendeu às informações necessárias aos gestores de uma empresa fornecedora para engenharia civil, obtendo-se os seguintes relatórios:

- Reporte de produtos com maior margem de lucro (produção x vendas): incentiva o investimento nas linhas de produção;
- Relatório com previsão de materiais necessários para realizar a produção de um mês, com base no histórico de consumo do cliente: análise e previsão de fabricação;
- Relatório dos produtos com maior demanda por mês: previsão de vendas mensais.

A extração desses cenários do DM só foi viável devido às informações em tempo real, gerando assim segurança para os gestores envolvidos nos processos de tomada de decisão e também influenciando o processo produtivo da empresa.

Pesquisas futuras, em um maior número de empresas e também em diferentes áreas de mercado podem trazer um aumento no entendimento e aprofundamento do nosso conhecimento no assunto.

REFERÊNCIAS

- ARRIVABENE A., SASSI R. J., (2009). Zero Latency Chain: Developing a Real Time Decision Processing Architecture to Supply Chain Management, In: 4ª Iberian Conference on Information Systems and Technologies (4ª CISTI), v. 1. p. 771-772, 2009.
- ATTIG C., RAUH N., FRANKE T., KREMS J. F. (2017). System latency guidelines then and now – Is zero latency really considered necessary? In D. Harris (Ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics 2017, Part II*, LNAI 10276 (pp. 2-14). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG. doi:10.1007/978-3-319-58475-1_1.
- CLARK T. D., JONES M. C., ARMSTRONG C. P. (2007). The Dynamic Structure of Management Support Systems: Theory Development, Research Focus and Directions, *MIS Quarterly* 31(3): 579–615.
- DIAS C. (2000). *Security and Audit of Information Technology*, Rio de Janeiro: Axcel Books, 2000.
- DU T. C., WONG J. (2004). Designing Data Warehouses for Supply Chain Management, *Proceedings of the IEEE International Conference on E-Commerce Technology*, p. 1–8, 2004.
- FILIZ E., BATTAGLIO J. R. P. (2017). Personality and decision-making in public administration: the five-factor model in cultural perspective, *International Review of Administrative Sciences*, 83(1_suppl), 3-22.
- GARTNER. (2021). Zero-Latency Enterprise (ZLE). Disponível em: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/zle-zero-latency-enterprise>. Acesso em 26/01/2021.
- INMOM W. H. (1996). *Building the Data Warehouse*, New York: John Wiley & Sons Inc, 1996.
- INMOM W. H., RICHARD D. H. (1994). *Using the Data Warehouse*, John Wiley Professional, 1994.
- KIMBALL R. (2002). *Data Warehouse Toolkit: the complete guide to dimensional modeling*, John Wiley Professional, 2002.
- LAWYER J., CHOWDHURY S. (2004). Best Practices in Data Warehousing to Support Business Initiatives and Needs, *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences*, p. 1 - 9, 2004.
- MARTENS J., FRANKE T., RAUH N., KREMS J. F. (2018). Effects of low-range latency on performance and perception in a virtual second-order control task. *Quality and User Experience*, 3 (10). doi:10.1007/s41233-018-0023-z.
- MOHLMANN M., ZALMANSON L. (2017). Hands on the Wheel: Navigating Algorithmic Management and Uber Drivers Autonomy, in *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS)*, Seoul South Korea, 10–13 December.
- PAN B., ZHANG G., QIN X. (2018). Design and realization of an ETL method in business intelligence project, *IEEE 2018 3rd International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA)*, Chengdu, 2018, pp. 275-279, doi: 10.1109/ICCCBDA.2018.8386526.
- RANADIVE V. (1999). *The Power of Now: How Winning Companies Sense and Respond to Change using Real-Time Technology*, McGraw-Hill, 1999.
- RANADIVE V. (2006). *The Power to Predict: How Real Time Businesses Anticipate Customer Needs, Create Opportunities, and Beat the Competition*, McGraw-Hill Companies, 2006.
- SABTU A. (2017). The challenges of Extract, Transform and Loading (ETL) system implementation for near real-time environment, *2017 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)*, Langkawi, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICRIIS.2017.8002467.
- TIWARI P., KUMAR S., MISHRA A. C., KUMAR V., TERFA B. (2017). Improved performance of data warehouse. *International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*, Coimbatore, 2017, pp. 94-104, doi: 10.1109/ICICCT.2017.7975167.

WANG C., LIU S. (2008). SOA Based Electric Power Real-time Data Warehouse, Workshop on Power Electronics and Intelligent Transportation System, p. 355 - 359, 2008.

WHITE C. (2001). Analytics on Demand: The Zero Latency Enterprise, Intelligent Enterprise Magazine, n.4, 2001.

ZHOU R., SHAO S., LI W., ZHOU L. (2016). How to define the user's tolerance of response time in using mobile applications, In: 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, pp. 281-285. doi:10.1109/IEEM.2016.7797881.

TECNOLOGIAS EMERGENTES: SISTEMAS BASEADOS EM RADIOFREQUÊNCIA (RFID) PARA GESTÃO DE ESTOQUES

Washington Moreira Cavalcanti

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
washington.cavalcanti@hotmail.com

Maria aparecida Fernandes

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
m.cidafernandes@hotmail.com

RESUMO

O uso da tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência), tem auxiliado as organizações no alcance da excelência de seus processos, pois aperfeiçoa o gerenciamento da gestão de materiais, aumenta a velocidade do fluxo e exatidão das informações o que garante sua acuracidade. Baseado nessa premissa, o presente texto visa identificar, com base na literatura, a relação entre o uso da RFID e a gestão de estoque. Para alcançar o objetivo proposto, o trabalho baseou-se fundamentalmente na pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, foi adotado como procedimento técnico, o levantamento bibliográfico, na busca de esclarecer alguns dos seguintes pontos:

quais as principais aplicabilidades da RFID nos estoques e se os processos na gestão de estoques automatizados impactam na periodicidade dos inventários. A conclusão evidencia que o uso das tecnologias da informação, sobretudo da RFID (Identificação por Radiofrequência) permitem a elevação dos níveis de serviços na gestão de estoques nas organizações.

Palavras-chave:

Gestão de Estoques; Sistemas RFID; Inovação; Automação de sistemas.

ABSTRACT

The use of RFID (Radio Frequency Identification) technology has helped organizations achieve excellence in their processes, as it improves the management of materials management, increases the speed of the flow and accuracy of information, which guarantees its accuracy. Based on this premise, this text aims to identify, based on the literature, the relationship between the use of RFID and stock management. To achieve the proposed objective, the work was fundamentally based on exploratory research with a qualitative approach, the bibliographic survey was adopted as a technical procedure, in an attempt to clarify some of the following points: what are the main

RFID applicabilities in stocks and if in the management of automated inventories, they impact the periodicity of inventories. The conclusion shows that the use of information technologies, especially RFID (Radio Frequency Identification), allows the increase of service levels in the management of inventories in organizations.

Keywords:

Inventory Management; RFID systems; Innovation; Systems Automation

INTRODUÇÃO

As organizações buscam a cada dia a excelência em seus processos, meios e modos, visando aperfeiçoar o gerenciamento das informações e de materiais de modo a dar continuidade as suas atividades. Nesse contexto, a logística, que durante muito tempo esteve marginalizada, passa a ter papel importante na busca de resultados focados na qualidade. Por sua vez, a gestão de estoque representa uma das áreas da logística que mais contribui para o bom resultado organizacional, nesse sentido, este conteúdo trata sobre o uso da tecnologia de identificação por radiofrequência *Rádio Frequency Identification* - RFID como ferramenta de gestão de estoques. A RFID se mostra promissora à otimização dos processos logísticos, pois aumenta a velocidade do fluxo e exatidão das informações, proporcionando diferencial competitivo às empresas e seus usuários. Este levantamento tem o objetivo de proporcionar visão geral acerca da aplicabilidade do RFID, sendo utilizado o levantamento bibliográfico quando o tema escolhido. Essa tecnologia é utilizada para identificar, rastrear e gerenciar produtos, documentos, objetos, pessoas, animais – sem contato e sem a necessidade de um campo visual. Projetos-piloto em todo o mundo tem testado sua funcionalidade, que pode ser aplicada em segurança, controle de acesso e tráfego nos setores público, farmacêutico, médico-hospitalar, automotivo, varejista, aéreo, entre outros.

A funcionalidade da tecnologia RFID facilita o gerenciamento e agrega valor aos produtos e serviços. Os colaboradores podem atuar focados em atividades que agregam mais valor, o que terá impacto direto nos resultados da empresa com melhoria da produtividade e do atendimento ao consumidor. A aplicabilidade RFID funciona para armazenar dados de produtos; enviar indicadores de umidade, temperatura e, combinada a um GPS, informar a localização precisa (SANTINI, 2002).

Assim, foi possível identificar que o maior problema no gerenciamento de estoques é a acuracidade, faz-se necessário a adoção de novas ferramentas para contribuir em prol de uma confiabilidade dos sistemas de gestão. Uma tecnologia utilizada como diferencial e principalmente sanando esta necessidade é a Identificação por Rádio Frequência - RFID.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como exploratória com métodos qualitativos. A pesquisa exploratória é considerada por Cervo (2007, p. 63), como o passo inicial no processo de pesquisa. “[...] não requer a elaboração de hipóteses a serem testadas no trabalho, restringindo-se a definir objetivos e buscar mais informações sobre determinado assunto de estudo”.

Para Lakatos e Marconi (2011), a pesquisa qualitativa tem como finalidade analisar e interpretar aspectos mais profundos de uma pesquisa, com o fornecimento mais detalhado sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências e comportamentos.

A pesquisa abrangeu a bibliografia tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações,

revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, fontes da internet entre outros, “com a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com todo o que foi escrito”, sobre determinado assunto. (Lakatos e Marconi, 2011).

LOGÍSTICA DA GESTÃO DE ESTOQUE

O desafio da gestão de estoque eficiente é atender ao consumidor final sem incorrer em custos desnecessários de inventário, ou seja, requer cada vez mais cuidado na busca da garantia de presença dos itens indispensáveis à produção com uma equivalente redução dos investimentos financeiros (POZO, 2004). O papel do gestor é garantir que as informações sejam não só confiáveis como imediatas, para tanto é necessário saber aplicar as ferramentas disponíveis de forma a permitir que a captura e registro dos dados sejam efetivados, cada vez mais, em tempo real. É inegável que os sistemas de controle devem garantir a qualidade e confiabilidade da informação existente, contábeis ou não, em relação à existência física dos itens controlados, pois quando a informação no sistema, informatizado ou manual, não confere com o saldo real dizemos que este inventário não é confiável ou não tem acuracidade (BALLOU, 1993).

Outro fator importante no processo de gestão de estoques é a sua rastreabilidade, que podemos entender como a habilidade de descrever a história, aplicação, processos ou eventos e localização de um determinado item, por meios de registros e identificação.

De um modo mais simples, rastrear é manter os registros necessários para identificar e informar os dados relativos à origem e ao destino de um produto. Visando garantir a acuracidade e rastreabilidade dos estoques, cada vez mais as ferramentas disponibilizadas pela chamada TI – Tecnologia da Informação acabam por assumir um papel relevante no processo de gestão da cadeia de suprimentos. Neste contexto a utilização das chamadas “etiquetas inteligentes” ou RFID – *Rádio Frequency Identification* crescem de importância no cenário organizacional e se apresentam como uma solução tecnicamente correta.

RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION - RFID

Existe uma tecnologia que há alguns anos vem sendo elaborada com grande potencial para substituir a prática de identificação física por etiquetagem dos materiais em estoque. Ela é conhecida como RFID (acrônimo para *Radio-Frequency Identification*) em português. De acordo com Santini (2008) a tecnologia RFID é oriunda dos sistemas de radares utilizados pelos britânicos na Segunda Guerra Mundial para identificação de aviões amigos e inimigos.

As aplicações se adequam a lojas e supermercados, mas também aos grandes armazéns de distribuição de mercadorias. Hoje, essa tecnologia de comunicação de curto alcance utiliza etiquetas RFID que podem ser lidas automaticamente por sensores nos *check-outs* do supermercado, assim, dispensando o trabalho manual de leitura dos códigos de barras de cada item de mercadoria.

O uso de um sistema de informação para controlar e rastrear materiais em estoque, em conjunto com um sistema de tecnologia RFID para realizar a coleta de informações destes materiais, é capaz de atender a necessidade de informação sobre os produtos em toda a cadeia de suprimentos, além de obter um alto nível de detalhamento dessas informações sobre estes produtos, assim como redução de custos operacionais tornando todo processo mais eficaz e ágil (QUENTAL JR., 2006).

Vamos compreender como funciona um sistema RFID. Este sistema é composto, basicamente, de uma antena, um transceptor, que faz a leitura do sinal e transfere a informação para um dispositivo leitor que fará a leitura do sinal de rádio, e também um transponder ou etiqueta de RF (rádio frequência), que deverá conter o circuito e a informação a ser transmitida. Estas etiquetas podem estar presentes em prateleiras, produtos, embalagens, materiais estocados e em equipamentos diversos (SANTINI, 2008)

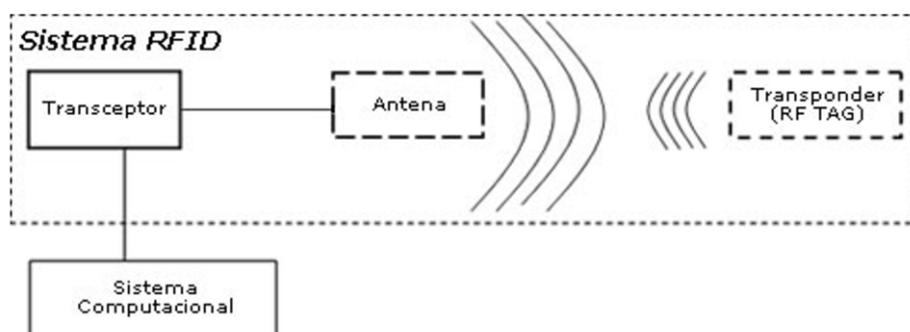


Figura 1: sistema RFID

Fonte: Adaptado de Santini (2008)

Ao se adotar um sistema RFID tem-se a possibilidade de se obter a rastreabilidade do produto durante seu ciclo de produção, estocagem ou transporte. A inserção deste sistema apresenta diversas vantagens quando comparado aos modelos atuais, sendo as principais delas:

- a) Uso de equipamentos mais robustos e resistentes a algumas condições naturais como umidade e temperatura;
- b) RFID não necessita do contato visual nem físico entre o produto e o leitor;
- c) Possibilidade da coleta de grande quantidade de dados de forma automática e simultânea;
- d) Maior segurança, devido a maior dificuldade em violar as informações armazenadas nas Tags ou etiquetas.

Na visão de Bhuptani (2005), num sistema típico de RFID, transponders carregam informações que são transmitidas por ondas de rádio, para os leitores que coletam e processam os dados convenientemente, sendo que o alcance da leitura varia conforme a frequência do identificador e das aplicações.

Componentes e funcionamento da RFID

Os componentes utilizados na implementação da aplicação da RFID, para que a identificação ocorra, de acordo com Wanderley et al. (2014), são:

- Identificadores ou transponders ou TAGs: microchips fixados no produto com a finalidade de anexar dados, rastrear ou controlar, com diversos formatos, cartões, adesivos, pastilhas, em diferentes materiais como plástico, silicone, entre outros;
- Leitor: para o envio da frequência do comando de leitura e recepção e decodificação do sinal recebido, enviando diretamente ao computador, que utilizará essa informação. É responsável pela ligação entre sistemas externos de processamento de dados;

- Antena: fixada tanto nos identificadores quanto nos leitores, para a transmissão e recepção dos sinais. A antena é a base para a comunicação sem fio;
- Computador com software: para a manipulação das informações, bem como para reconhecer e identificar dados, para que as informações sejam disseminadas.
- Quanto ao funcionamento do RFID, o leitor modula uma determinada frequência de rádio, transmitindo para um tag que recebe e repassa para o seu microchip.

Para a elaboração do modelo a ser implantado em uma empresa, deve-se ter a preocupação de se realizar a abordagem de alguns fatores críticos para a correta definição do modelo a ser adotado, nessa situação, as principais características a serem avaliadas para a estruturação do sistema são: o dimensionamento do sistema, característica do ambiente operacional, disposição dos componentes da rede RFID, modelo de equipamentos e infra-estrutura.

Nas ondas do rádio

Sistema de radiofrequência transporta informações de etiquetas para *softwares* de gestão

FONTE ANTONIO ROSSINI / RFIDEAS



Figura 2: sistema de rádio frequência
Fonte: Adaptado de Santini (2008)

Muito utilizado no controle de mercadorias, as aplicações mais comuns da tecnologia RFID existentes no mercado são muitas e variadas. Algumas dessas aplicações são atreladas as seguintes áreas: controle de estoque; auditoria de vendas; rastreamento de pacientes em um hospital, animais, cargas, pessoas, bagagens, *Containers* e *Pallets*, entre outros; gerenciamento de frotas; controle de notebooks; peças de computador; segurança em aeroportos; rastreamento de bagagens; automação de pedágios ou estacionamentos; controle de acesso integrado sem fio; automação de Bibliotecas e muitos outros.

Aplicabilidade do RFID

A tecnologia RFID associada a sensores de temperatura possibilita, por exemplo, informar a temperatura em pequenos intervalos de tempo. Esses dados podem ser monitorados por *software* e enviar alertas para controle da situação de pacientes em hospitais. O monitoramento de temperaturas também é útil para processos de fabricação e logísticas de produtos. Na indústria de alimentos, pode funcionar no monitoramento da temperatura dos produtos perecíveis durante a distribuição e a entrega, como forma de garantir condições adequadas de consumo. Outra aplicação muito comum é na identificação de bagagens nos aeroportos. A etiqueta RFID colocada nos pertences do cliente consegue relacionar o dono da bagagem, seu voo e seu destino. Esse monitoramento ajuda a evitar perdas e atrasos, além de aumentar a segurança e agilidade em caso alterações de voo e redirecionamentos.

No campo da logística, a aplicabilidade funciona para agregar flexibilidade, inteligência e segurança aos processos. Os principais benefícios da tecnologia RFID na cadeia logística são:

- Otimização dos processos de fabricação com o recebimento automatizado integrado ao planejamento e controle da produção sem necessidade de aguardar notificações;
- Produção customizada de produtos nas linhas de montagem;
- Automatização, controle e abastecimento de estoques; Registro automático das entradas e saídas de materiais;
- Otimização de checagem de preços, itens em falta, devoluções e data de validade dos produtos; Praticidade na conferência de conteúdos posicionados fora do alcance visual;
- Agilidade e redução de erros nas entregas de pedidos dos clientes;
- Ganhos de tempo em movimentações e localizações de materiais;
- Captura ágil e simultânea de várias tags com eliminação dos processos de leitura “um a um” do código de barras;
- Garantia de autenticidade dos produtos com gravação de código único não alterável; Rastreamento de produtos, pessoas, animais e objetos;
- Garantia de captura da tag RFID com gravação e registro de data e hora da leitura;
- Agilidade e redução de mão de obra para fazer o inventário de produtos e materiais.

De acordo com Nogueira Filho (2005), considerando a utilização de RFID, o fluxo da cadeia de suprimentos poderia ser descrito da seguinte maneira: Implementando nos paletes existentes na empresa, pode-se estruturar o produto em cima e enviar a informação do destino de cada, sendo sua informação gravada em cada *chip*, desta forma o palete poderia seguir para o depósito pertinente para o seu escoamento. Além de ser armazenada a informação de quantidade de produtos existentes em cada palete.

Na hora de armazenagem no depósito, o operador de empilhadeira efetua a leitura do palete, obtendo a informação de onde ele deve ser armazenado de acordo com a necessidade que o palete deve seguir seu fluxo.

Como a informação pode ser adquirida em tempo real, os controladores de estoque podem conferir se o palete foi armazenado no local estipulado ou reprogramar sua saída de acordo com o seu empilhamento.

No momento de escoamento do palete e carregamento do caminhão, pode-se ter um *feedback* real do processo e controle real da saída do depósito e ingresso para o processo de entrega para o cliente, reduzindo as possibilidades de erros de especificações em comparação com os destinatários.

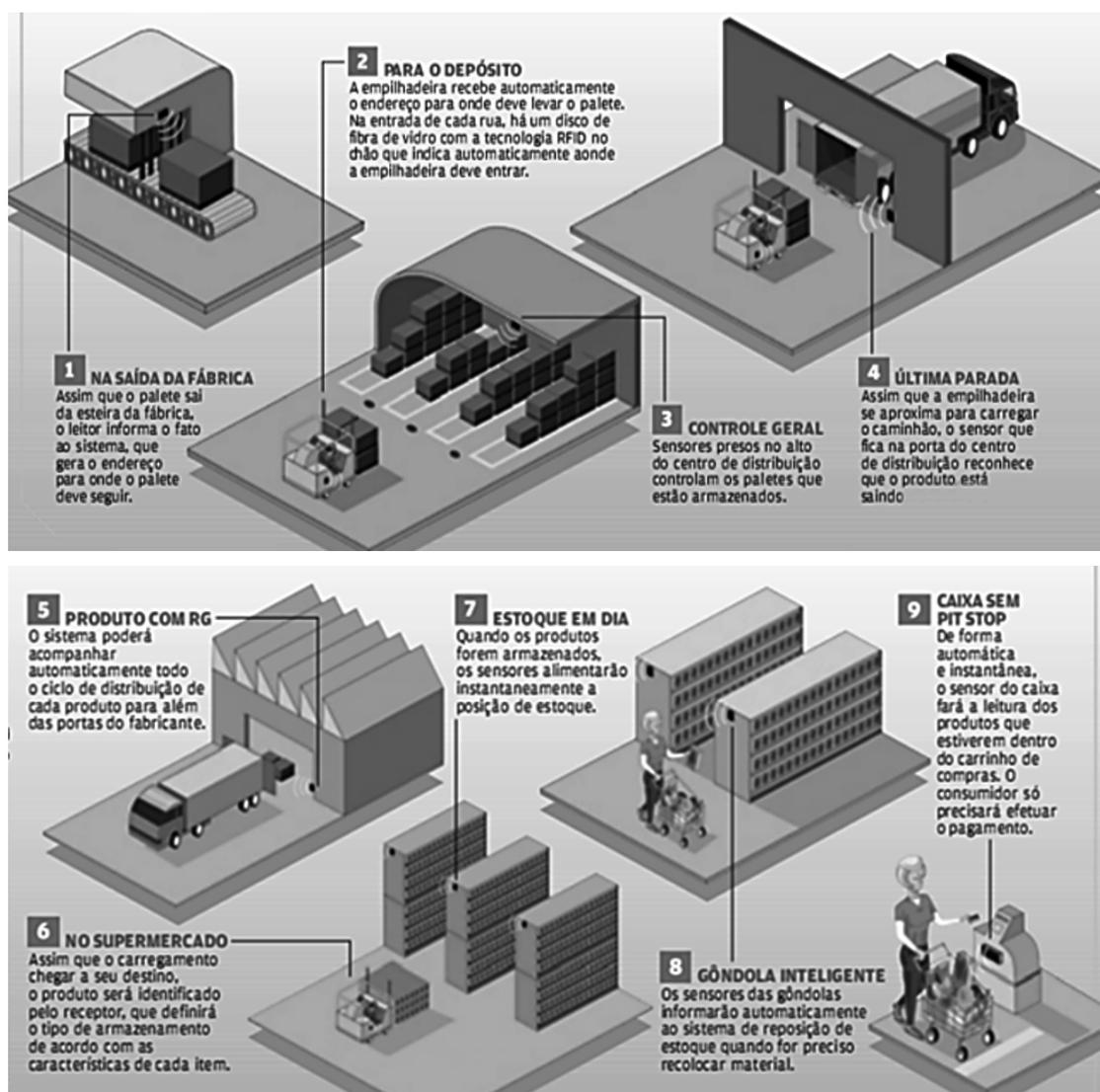


Figura 3: Sistema RFID
Fonte: Adaptado de Nogueira Filho (2005)

Com ampla funcionalidade e benefícios, a tecnologia RFID pode ser um vantajoso diferencial competitivo na sustentabilidade dos negócios, mas precisa de soluções específicas em diferentes situações, como faixa de radiofrequência, alcance, interferência, barreiras às ondas de rádio, compatibilidade de *hardware* e *software*, fontes de energia e estruturas de códigos padronizadas.

Vantagens da aplicação do RFID à gestão de estoque

O uso da RFID aperfeiçoa o processo de gestão de estoques, de certa forma, o RFID é semelhante ao código de barras: ambas as tecnologias usam scanners para ler as etiquetas, e ambos dependem de um sistema de TI que relaciona a etiqueta a um objeto correlacionado a um banco de dados sistema. Podemos ilustrar a vantagem da seguinte forma:

- *Uso de código de barras:* um palete consolidado com mercadorias mistas é recebido, o trabalhador precisa desconsolidar o palete, além da necessidade de leitura item a item dos produtos, para que sejam inseridos e recebidos no sistema;
- *Uso do RFID:* esse mesmo palete consolidado com mercadorias mistas, o trabalhador não precisa desconsolidar o palete, ele seria simplesmente puxado através de um portal de leitores RFID, e todos os itens seriam identificados e inseridos no sistema quase instantaneamente. A figura 4 apresenta o exemplo da leitura de palete em portal RFID.

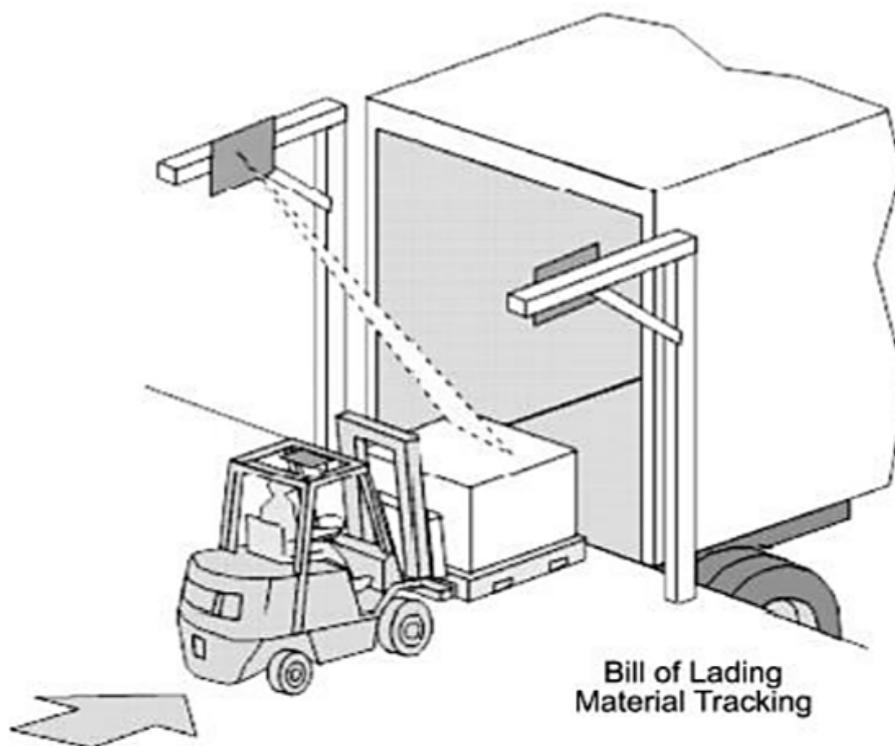


Figura 4: Leitura de palete em portal RFID

Fonte: Yüksel e Yüksel (2011)

Segundo Yüksel e Yüksel (2011) a tecnologia RFID também facilita no processo de manutenção de inventário, pelo fato de poderem realizar múltiplas leituras, a tecnologia garante rapidez e confiabilidade no processo de inventário, aumentando significativamente a acurácia dos estoques.

A solução, disponível para instalação em coletores de dados e empregada em celulares com sistema *Android*, é integrada ao *software* RFID e utiliza todos os dados de um ERP para gerar informações confiáveis e em tempo real, permitindo o controle completo do estoque e decisões mais estratégicas.

Tecnologia RFID e a logística

A adesão a essa ferramenta cresceu no setor de logística devido à sua capacidade de contribuir para o gerenciamento do estoque e do inventário. Garantir a agilidade e a qualidade da entrega de produtos começa com o gerenciamento de materiais. Esse é um desafio do setor que pode ser superado com a implantação de tecnologias da informação

Rastreamento em tempo real

Uma das aplicações mais comuns está relacionada ao rastreamento de objetos. Na operação de um armazém ou de um centro de distribuição, por exemplo, é possível eliminar a contagem manual e utilizar somente as informações obtidas pela leitura das etiquetas. As peças aplicadas à linha de montagem se encontram no mesmo cenário e são passíveis de rastreamento em todas as etapas da produção. Os equipamentos relacionados à movimentação de cargas também são compatíveis com esse tipo de tecnologia. Assim, é possível acompanhar a localização de empilhadeiras, paletes, caminhões e peças de alto valor agregado. No caso do gerenciamento da frota, há a possibilidade de combinar a RFID com os sistemas de GPS, o que permite conhecer a posição tanto da carga transportada quanto dos veículos (Yüksel e Yüksel, 2011).

Controle de estoque

Para obter uma atualização completa dos itens em estoque, utilizam-se os leitores posicionados na extensão do armazém. Assim, é recomendado programar a realização de uma varredura periódica com o intuito de obter a localização e a contagem exata dos itens de cada categoria.

Os tipos de etiquetas RFID: ativas e passivas.

As etiquetas conhecidas como ativas que possuem sua própria fonte de energia – uma bateria interna que lhes permite ter intervalos de leitura configuráveis podendo ser extremamente longos, bem como grandes espaço de memória.

Existem duas frequências principais utilizadas por etiquetas ativas – 433 MHz e 915 MHz. Sendo a mais popular a de 433 MHz pelo fato de ser menos blindável por metal e água.

Já as etiquetas passivas usam a radiofrequência do leitor para se energizar a fim de transmitir o seu sinal e as suas informações. Nelas podem vir gravadas um ID de fábrica (EPC Global). Estas etiquetas podem ser reutilizadas e receber novas informações em aproximadamente 100k vezes (Yüksel e Yüksel, 2011).

Os dados coletados pelos leitores e antenas de RFID , compilados e analisados corretamente por um software de gerenciamento proporcionam uma visualização descritiva do cenário como um todo, onde será possível analisar os acontecimentos e suas causas, permitindo que o gestor atue de forma preditiva e prescritiva visando tomadas de decisões bem planejadas e corretas.

CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a estratégia para gestão de estoques que utilizam métodos ágeis com o método de etiquetas (*Tags*) inteligentes que são aplicadas de modo inovador ao controle de materiais. O melhor aspecto desta tecnologia é a possibilidade de garantir, em toda a cadeia logística, a acuracidade dos dados referentes ao armazenamento de um determinado produto, a rastreabilidade e suas implicações para colocá-lo no mercado de consumo ao menor custo possível. É possível verificar o papel fundamental que o estoque exerce nas organizações, tendo como um dos objetivos o atendimento da variação de demanda do cliente e o tempo necessário para que haja o suprimento pelos fornecedores. A RFID é um sistema de TI aprimorado para identificação, rastreabilidade e controle do inventário, tendo em vista a sua vasta possibilidade de leitura, identificação e principalmente confiabilidade das informações. Somente por meio de uma acuracidade dos níveis de estoque e um controle efetivo da organização, trará subsídios para que o Gestor tome a decisão correta e possa manter níveis satisfatórios de atendimento ao cliente e o menor índice de falta de insumos.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H., Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física. 1a ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BHUPTANI, M. RFID: implementando o sistema por radiofrequência. São Paulo: IMAM, 2005.

CAVALCANTI, Washington Cavalcanti. Sistema baseado em radiofrequência (RFID) para Gestão de Estoques. IGTI, 2017. Disponível em: <https://www.igti.com.br/blog/rfid-para-gestao-de-estoques/> Acesso: 20 de junho de 2020.

CERVO, A. L. Metodologia científica. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. Metodologia científica. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

NOGUEIRA FILHO, Cícero Casemiro da Costa, Tecnologia RFID aplicada à logística. Rio de Janeiro, 2005. 103 p. (Mestrado em Logística) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

POZO, Hamilton, Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 3a ed. São Paulo: Atlas, 2004.

QUENTAL JR., Antonio J. J. Adoção e implantação de RFID, uma visão gerencial da cadeia de suprimentos. São Paulo, 2006. 155p. Monografia (pós-graduação lato sensu MBIS – Master in Business Information Systems) - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

SANTINI, Arthur Gambin - RFID 2006 – TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação. Centro Universitário de Votuporanga, Votuporanga 2006. VIANA, João José. Administração de materiais, São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002.

_____. RFID: Conceitos, Aplicabilidade e Impactos. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

WANDERLEY, M. N. D. et al. A Implantação da tecnologia radio frequency identification (rfid) em processos logísticos de uma indústria de baterias. In: SEGeT. XI Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. 2014. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/35620399.pdf>>. Acesso em: 25 de agosto 2020.

YÜKSEL, Mehmet Erkan; YÜKSEL, Asim Sinan. RFID Technology in Business Systems and Supply Chain Management. Journal Of Economic And Social Studies. Sarajevo, p. 53-71. jan. 2011.



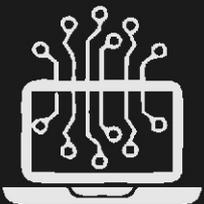
```
= False  
MIRROR_Y":  
= False  
= True  
= False  
MIRROR_Z":  
= False  
= False  
= True  
  
e end -add back the deselected  
  
jects.active = modifier_ob  
tr(modifier_ob) # modifier  
t = 0  
elected_objects[0]  
e.name].select = 1  
  
lect exactly two objects, ob  
  
ASSES -----  
  
):  
selected object""
```

ORGANIZADOR
DIEGO BRITO CANGUSSU

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO SISTEMAS E APLICAÇÕES



Compartilhando conhecimento

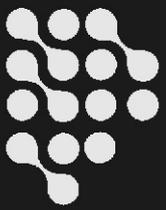


Sobre o Organizador

Diego Brito Cangussu

Graduado em Engenharia eletrônica e de telecomunicações e Pós graduado em Gestão de Projetos na PUC Minas. Possui vasta experiência em projetos de automação focados em processo automobilísticos, trabalhando em diversas empresas do ramo. Atualmente Diretor técnico da InnPro Automation, empresa focada em automação industrial com projetos em multinacionais tais como FCA, JEEP, GM e PSA.





<https://www.facebook.com/Synapse-Editora-111777697257115>



<https://www.instagram.com/synapseeditora>



<https://www.linkedin.com/in/synapse-editora-compartilhando-conhecimento/>



31 98264-1586



editorasynapse@gmail.com



Compartilhando conhecimento