

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS  
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**

**JANILTON GOMES DE OLIVEIRA; MARCUS VINICIUS DA SILVA**

**PROTOTIPO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA WEB:  
ESTUDO DE CASO DO CURSO BACHARELADO EM SISTEMAS DE  
INFORMAÇÃO DO IFMG-SJE**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA  
2018**

**JANILTON GOMES DE OLIVEIRA; MARCUS VINICIUS DA SILVA**

**PROTOTIPO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DA WEB:  
ESTUDO DE CASO DO CURSO BACHARELADO EM SISTEMAS DE  
INFORMAÇÃO DO IFMG-SJE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Esp. Ricardo Bittencourt Pimentel

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dsc. Geovália Oliveira Coelho.

## FICHA CATALOGRÁFICA

O46p  
2018

Oliveira, Janilton Gomes de; Silva, Marcus Vinicius da.

Proposta e implementação de um Sistema de Informação Geográfica na web: estudo de caso do curso Bacharelado em Sistemas de Informação do IFMG-SJE. / Janilton Gomes de Oliveira; Marcus Vinicius da Silva. – 2018. 60f.; il

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2018.

Orientador: Prof. Esp. Ricardo Bittencourt Pimentel

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dsc. Geovalia Oliveira Coelho

1. SIG na Web. 2. API do Google Maps. 3. Acompanhamento de Ingresso e Egresso. 4. Informação Geográfica. I. Oliveira, Janilton Gomes de. II. Silva, Marcus Vinicius da. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. IV. Título.

CDD 910.0285

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais  
Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

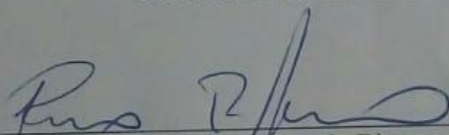
JANILTON GOMES DE OLIVEIRA; MARCUS VINICIUS DA SILVA

**PROTOTIPO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DA WEB:  
ESTUDO DE CASO DO CURSO BACHARELADO EM SISTEMAS DE  
INFORMAÇÃO DO IFMG-SJE**

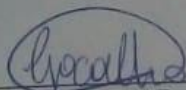
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em 29/11/2018

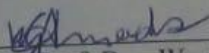
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Esp. Ricardo Bittencourt Pimentel  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista



Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dsc. Geovalia Oliveira Coelho  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista



Convidado: Prof. Dsc. Wesley Gomes de Almeida  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista

SÃO JOÃO EVANGELISTA  
2018

Dedicamos esse trabalho a nossa família que sempre direcionaram e apoiaram nossas decisões.

## **AGRADECIMENTOS**

Queremos agradecer as pessoas que nos ajudaram direta e indiretamente nessa vitória em especial aos orientadores Geovália Oliveira Coelho e Ricardo Bittencourt Pimentel.

Eu Janilton Gomes de Oliveira agradeço em particular ao meu pai João Alberto de Oliveira (In Memoriam) que não pôde vivenciar esse momento, mas que batalhou e sempre me incentivou a estudar e correr atrás de meus sonhos até a sua partida, a minha mãe Jacinta Gomes da Silva Oliveira uma mulher lutadora, que não poupou esforços para que eu concluísse esse projeto e que sempre dedicou a sua vida pela felicidade de seus filhos, a minha namorada Nayara Rocha Fernandes que sempre me incentivou e apoiou nessa etapa tão importante da minha vida, a meus irmãos, meus sogros e amigos meu muito obrigado.

Agradecemos também aos professores que estiveram conosco em todo o período de produção desse projeto e que dedicaram um pouco de seu precioso tempo para nos ajudar o nosso muito obrigado.

Mente pensante é nossa fortaleza.

## RESUMO

Para buscar entender a dinâmica, diversidade e movimentação dos ingressos e egressos do curso Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista faz necessário o uso de sistemas de informação geográfica para auxiliar e agilizar o dia a dia dos gestores institucionais. Dessa forma, o presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo projetar e desenvolver um Sistema de Informação Geográfica na Web, por meio das informações dos ingressos e egressos do curso Bacharelado em Sistemas de Informação. O presente sistema possibilitou o acompanhamento da situação acadêmica dos estudantes por semestre, informando de forma objetiva, rápida e visual as turmas, os status e as cidades dos estudantes, através de filtros estatísticos e informações geográficas. Para a construção do sistema foi utilizado as linguagens de programação Web, a API do Google Maps e a base de dados MySQL. Após o desenvolvimento foram feitos os seguintes testes: unitário, integração, piloto, e usuário, na qual foi aplicado um questionário com o objetivo de validar e verificar a usabilidade do sistema. Os testes revelaram que o sistema teve boa aceitação por parte dos usuários e constataram a relevância do sistema para a instituição.

**Palavras-chave:** SIG na Web. API do *Google Maps*. Acompanhamento de Ingresso e Egresso. Informação Geográfica.

## ABSTRACT

In order to understand the dynamics, diversity and movement of the entrance and exit of the course Bachelor of Information Systems of the Federal Institute of Minas Gerais - Campus São João Evangelista requires the use of geographic information systems to aid and streamline the day to day management institutions. In this way, the present work of course completion had the objective of designing and developing a Geographic Information System on the Web, through the information of the entrants and graduates of the Bachelor's degree in Information Systems. The present system made it possible to monitor the academic situation of the students per semester, informing objectively, quickly and visually the students' classes, statuses and cities through statistical filters and geographic information. For the construction of the system we used the Web programming languages, the Google Maps API and the MySQL database. After the development the following tests were done: unit, integration, pilot, and user, in which a questionnaire was applied with the purpose of validating and verifying the usability of the system. The tests revealed that the system was well accepted by the users and verified the system's relevance to the institution.

**Keywords:** GIS on the Web. API do *Google Maps*. Ticket tracking and egress. Geographic information.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados do teste de usabilidade.....	50
---	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Questionário para análise do teste de usabilidade .....	31
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama das atividades .....	27
Figura 2 - Diagrama de caso de uso.....	28
Figura 3 - Diagrama de classes .....	29
Figura 4 - Diagrama de Entidade e Relacionamento .....	30
Figura 5 – Logomarca.....	32
Figura 6 – Tela de Login .....	33
Figura 7 - Tela inicial de Administradores .....	34
Figura 8 - Tela inicial de usuário .....	34
Figura 9 - Tela dos ingressos .....	35
Figura 10 - Filtro total de ingressos matriculados. ....	36
Figura 11 - Gráfico por status separados por turma.....	37
Figura 12 - Filtro de estudantes matriculados por cidade.....	38
Figura 13 - Mapeamento dos ingressos matriculados.....	39
Figura 14 – Mapeamento dos ingressos matriculados filtrados por turma e cidade.....	40
Figura 15 – Tela dos egressos.....	41
Figura 16 - Filtro de Total de egressos .....	41
Figura 17 - Filtro de egresso por cidade .....	42
Figura 18 - Mapeamento dos egressos.....	43
Figura 19 - Mapeamento dos egressos matriculados filtrados por turma e cidade.....	44
Figura 20 - Modulo de gerenciar usuários .....	45
Figura 21 - Edição de perfil do usuário logado no sistema .....	46
Figura 22 - Edição de perfil .....	47
Figura 23 - Funcionalidade de Atualização de dados após ser clicada.....	48
Figura 24 - Modal aberto apos clicar no submenu Ingressos de Atualização de dados	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API - *Application Programming Interface*

APP - *Application*

BD - Banco de Dados

BSI - Bacharelado em Sistemas de Informação

CERE - Coordenação de Estágios e Relações Empresariais

CSS - *Cascading Style Sheets*

DER - Diagrama de Entidade e Relacionamento

ESO - Engenharia de *Software*

GIS - *Geographic Information System*

HTML - *HyperText Markup Language*

IFMG-SJE - Instituto Federal de Minas Gerais – *campus* SJE - São João Evangelista

ISO - *International Organization for Standardization*

NCSA - *National Center for Supercomputing Applications*

PHP - *Personal Home Page*

SAD - Sistema de Apoio a Decisão

SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SGML - *Standard Generalized Markup Language*

SI - Sistema de Informação

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SIG WEB - Sistema de Informação Geográfico na Web

UML - *Unified Modeling Language*

WWW - *World Wide Web*

XHTML - *eXtensible HiperText Markup Language*

XML - *eXtensible Markup Language*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO .....	12
2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA .....	13
<b>2.2.1 SIG na Web .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 API do Google Maps .....</b>	<b>16</b>
2.3 ENGENHARIA DE SOFTWARE (ESO).....	16
2.4 PROCESSO DE SOFTWARE.....	17
<b>2.4.1 Levantamento de Requisitos.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.2 Modelagem de Dados .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4.3 Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento .....</b>	<b>19</b>
2.4.3.1 HTML.....	19
2.4.3.2 CSS e Bootstrap.....	20
2.4.3.3 JavaScript e JQuery .....	21
2.4.3.4 PHP e CodeIgniter .....	22
2.4.3.5 Servidor Web Apache.....	23
2.4.3.6 Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) e MySQL .....	23
2.5 TRABALHOS CORRELATOS .....	24
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
3.1 NATUREZA DA PESQUISA .....	26
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	26
3.3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1 SIGifmg .....	32
4.2 ANÁLISE DE RESULTADOS .....	49
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No mundo é notável a dependência das empresas dos Sistemas de Informação (SI's), visto que eles proporcionam maior agilidade nos processos administrativos e auferem resultados positivos, tendo por finalidade gerenciar, controlar e processar as informações nas empresas. Os SI podem ser compreendidos como processos administrativos que se relacionam entre si, com intuito de produzir informações para apoio na tomada de decisões de uma empresa ou instituição (LAUDON & LAUDON, 2015).

Os SI passaram por constantes evoluções que estão diretamente relacionadas com a computação. Com essas evoluções, surgiu uma classe especial de SI, denominada Sistema de Informação Geográfica (SIG). O SIG é utilizado no auxílio da visualização e resolução de problemas que envolvam mapeamento.

O SIG é um sistema que manipula, armazena, faz análise, simula e faz apresentação de informações geográficas englobando diversas tecnologias. As informações geográficas (IGs) são definidas como as informações sobre a localização de um determinado ponto na superfície terrestre e o que está nessa determinada localização. Elas podem ser entendidas como a força propulsora do SIG (LONGLEY et. al., 2013).

Estudos e pesquisas realizados acerca da produção de IGs trazem resultados significativos, uma vez que, a utilização desses resultados facilita a interação dos usuários para a obtenção e compartilhamento de informações. Sendo assim, a produção de IG deixou de ser utilizada apenas por empresas e órgãos produtores especializados e passou a ser utilizada também por indivíduos com pouco ou até mesmo, nenhuma instrução para tal (BRAVO & SLUTER, 2015).

O primeiro SI que reuniu características de um SIG foi implementado no Canadá em 1964, tendo a nomenclatura de “*Canadian Geographic Information System*”. Esse sistema, pioneiro dessa modalidade, impulsionou o desenvolvimento de novos sistemas, como o *New York Landuse and Natural Resources Information Systems* (1967) e *Minnesota Land Management Information System* (1969) (ROSA, 2013).

Os SIG trouxeram um novo cenário para a utilização e tratamento das IGs que necessitam de ferramentas especializadas para manipulação, armazenamento e análise. Dado que essas IGs pertencem a diversas fontes de dados, há necessidade de integrá-los de modo que possam ser utilizados, para assim gerar novas informações. Esses sistemas oferecem aos

usuários uma visão mais ampla acerca dos problemas, propiciando uma análise mais técnica, alcançada a partir de seu aspecto comum que é a localização geográfica.

Diante disso, no ambiente educacional também é necessário à utilização de SIG. As instituições de ensino necessitam de ferramentas que permitam a geolocalização dos estudantes, demonstrando o seu local de origem, sua trajetória acadêmica e sua vida profissional. Essas informações permitem criar estratégias de divulgação dos cursos que melhor atenda a uma determinada região, buscando atrair maior número de estudantes para a instituição. Além disso, a informação sobre a vida acadêmica e profissional do estudante é essencial para repensar o ensino, de forma a ajustá-lo as necessidades do mercado de trabalho. A geração dessa informação se dá mediante o conhecimento da trajetória do estudante, se ele trabalha em alguma área que o curso abrange ou se decidiu seguir na vida acadêmica.

Nesta perspectiva, é necessário demonstrar a realidade vivenciada pelo estudante, enquanto ingresso e após tornar-se egresso, para ter conhecimento sobre a região, a área de atuação e a empresa onde atua. Essas informações podem ser obtidas através de um SIG.

O presente trabalho tem como objetivo geral projetar e desenvolver um Sistema de Informação Geográfica na Web, por meio das informações dos ingressos e egressos do curso Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI) do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE). Para atingir esse objetivo, o trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantamento de informações sobre Sistemas de Informações Geográficas existentes;
- b) Demonstrar informações geograficamente dos ingressos e egressos retratando-as no mapa de forma atualizada;
- c) Desenvolver filtros e estatísticas de acordo com os interesses da coordenação do curso Bacharelado em Sistemas de Informação;
- d) Validar o sistema através de testes específicos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo abordará informações que embasam os conceitos fundamentais e proposições indispensáveis ao avanço desse trabalho sob o ponto de vista teórico, apoiado em análises, considerações e estudos elaborados por diversos autores.

### 2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Os constantes avanços das inovações tecnológicas ampliam as possibilidades que os indivíduos possuem, com o uso de ferramentas tecnológicas como computadores, *tablets*, *smartphone*, entre outros. O uso dessas ferramentas ocasionaram impactos perceptíveis na prática diária da sociedade contemporânea, visto que, a cada inovação, cria-se também novas possibilidades de utilização.

Entende-se que, para as ferramentas tecnológicas terem um funcionamento que atenda cada vez mais as necessidades da sociedade, torna-se necessário que essa sociedade acompanhe paralelamente às demandas de utilização existentes. As atualizações, e até mesmo a criação de novas tecnologias, passam por diversos processos em sua criação. Toda ferramenta Tecnológica possui um Sistema de Informação (SI) que é definido como “[...] um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização” (LAUDON & LAUDON, 2015, p. 13).

Um SI básico é formado por três atividades, sendo elas: as entradas (captura ou coleta de dados brutos), o processamento (conversão dos dados brutos em algo mais significativo) e as saídas (as informações geradas pelo processamento) (LAUDON & LAUDON, 2015). Um SI também é composto por cinco componentes: pessoas, *hardware*, *software*, base de dados e rede de telecomunicação.

As pessoas são consideradas todos os usuários que interagem com o sistema com objetivo de obter resultados para análise e tomada de decisão. O *hardware*, por sua vez, é o equipamento físico utilizado para atividades de entrada, processamento e saída. O *software* é a parte lógica que controla os componentes de *hardware*, é por meio dele e de programas que os

sistemas realizam a interação com as pessoas dentro de um SI. A base de dados é o local onde se armazena os dados e as informações, através de *softwares* que organizam e controlam os dados em meios físicos. Rede de telecomunicação é composta por dispositivos físicos e *softwares*, que interagem entre si, interligando os diversos componentes da computação não sendo necessário estar em um mesmo local físico para obter ou compartilhar determinada informação (OLIVEIRA, 2011). Cada elemento contém uma função específica para a construção da informação.

Existem diversos tipos de SI, dentre eles destacam-se os seguintes:

- **Sistemas de Processamento de Transações:** é um sistema computadorizado que realiza os registros de tarefas rotineiras necessárias de uma determinada organização (LAUDON & LAUDON, 2015).
- **Sistemas de Informação Gerencial:** de acordo com Rezende e Abreu (2011), são sistemas de apoio à gestão empresarial que trabalham com o processamento de dados operacionais, os quais são agrupados e transformados em informações úteis à gestão.
- **Sistemas Especialistas:** segundo Laudon e Laudon (2015, p. 379), “o sistema especialista captura a expertise humana em um domínio específico do conhecimento e transforma em um conjunto de regras para um sistema de *software* que pode ser usado por outras pessoas da organização”.
- **Sistemas de Apoio à Decisão (SAD):** “[...] são tecnologias fundamentais para a evolução do processo de tomada de decisões nas empresas modernas e usuários de informações oportunas” (REZENDE & ABREU, 2011, p. 189).

## 2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Sistema de Informação Geográfica (SIG), do inglês *Geographic Information System* (GIS), integra um tipo especial de SAD que são utilizados para auxiliar os profissionais que tomam decisões, dando-os uma visão mais ampla acerca de problemas que se beneficiam de mapeamento, reunindo, manipulando, analisando e armazenando dados de pessoas ou outros recursos, exibindo-os de uma forma mais interativa, ligando-os com pontos, linhas e áreas,

através de um mapa digitalizado (LAUDON & LAUDON, 2015). Ele é um sistema que melhora a eficiência e efetividade do tratamento de informações de aspectos geográficos.

Nesta perspectiva, nota-se que os SIGs comportam uma variedade de dados em diversas áreas do conhecimento. Os SIGs gerenciam dados geográficos e aplicações relacionadas a áreas ambientais, sistemas de transporte, sistema de resposta à emergência e gerenciamento de batalha (ELMASRI & NAVATHE, 2011). Esse tipo de sistema se destaca por sua simplicidade ao expor as informações através de mapas digitalizados, além disso, possui características que o torna excepcional. As principais características dos SIGs são:

“Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno... Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados” (CÂMARA & DAVIS, 2001, p. 2).

Os SIGs podem ser categorizados como *desktop*, mapeamento na Web, servidor e globo virtual. As categorias mapeamento na Web, servidor e globo virtual possuem características distintas. Os sistemas de mapeamento na Web integram programas e dados para gerar um serviço *online* unificado, já os servidores possuem funções mais avançadas e podem lidar com múltiplas fontes de dados e, os globos virtuais, oferecem visualização tridimensional, consultas e recursos de análise (LONGLLEY et. al., 2013). A categoria de *software* de SIG *desktop* oferece um conjunto de ferramentas de produtividade para usuários de uma ampla gama de área de aplicação e incluem opções desde visualizadores simples de mapas até sistemas de *software* de mapeamento mais robustos. O SIG *desktop* é considerado o modelo tradicional de *software* de SIG que tem por predominância a plataforma “computadores pessoais”.

Os computadores pessoais dispõem de uma vasta coleção de ferramentas que tem como foco o usuário, mas que carrega consigo a necessidade de estar em um determinado local para ser utilizado. Dessa forma, o usuário dispõe de pouca mobilidade para acessar e manipular as informações geográficas (SANTOS JÚNIOR & COSTA, 2015). A solução adequada é permitir o acesso ao SIG por meio da Web, ambiente que proporciona maior disponibilidade das informações sem a necessidade de estar em um mesmo local para acessá-las (LONGLLEY et. al., 2013).

### 2.2.1 SIG na Web

A Web teve grande impacto no dia a dia da sociedade. Esses impactos mudaram completamente o modo de administrar, comunicar e interagir dos usuários (LONGLEY et. al., 2013). A Web tem repercussões sociais importantes, que potencializam o processo de trabalho coletivo, troca afetiva de produção e circulação das informações e da construção social do conhecimento apoiada pela informática (PRIMO, 2007). O usuário de um SIG na Web pode requisitar diversos tipos de informações, sejam elas mapas, ou formas de documentos de multimídia do SIG, mas não é isso que atrai os usuários, pois esses buscam acesso às informações *online*, pela facilidade e rapidez em que podem ser obtidas.

O modelo tradicional de *software* de SIG não atende às realidades do usuário, que necessita de mobilidade para acessar e manipular diversas informações geográficas (SANTOS JÚNIOR & COSTA, 2015). Para suprir esta deficiência, foram desenvolvidos sistemas de mapeamento na Web, que fazem parte de uma categoria distinta de *software* de SIG. O mapeamento na Web é um *software* integrado e acessível pela Web, em uma base de dados bidimensional compreendendo um ou mais mapas base e um conjunto de serviços associados (LONGLEY et. al., 2013).

Os sistemas de mapeamento na Web vêm ganhando destaque por proporcionar interfaces abertas e facilmente acessíveis. O mapeamento na Web funciona através de requisições feitas pelo usuário para visualizar o mapa em uma determinada área, também permitindo o acesso a outros serviços, como a descrição de um determinado ponto, mapas de ruas, roteamento e imagens de satélite. As respostas e as requisições feitas pelo usuário são processadas e visualizadas através um navegador Web padrão (como o *Google Chrome*, *Mozilla Firefox* e outros mais).

O destaque que essa categoria de SIG possui, é o fato de ser acessível por meio de interfaces de programação de aplicativos (API). O exemplo mais popular de uma API de mapeamento na Web é a API do *Google Maps*. Essa API deu origem a um gama de aplicações e permitiu que o mapeamento na Web fosse adaptado para vários sistemas Web.

### 2.2.2 API do Google Maps

Uma *Application Programming Interface* (API) é um conjunto de funções, classes, métodos e padrões para serem utilizados em um *software* sem precisar entender detalhes da implementação, mas apenas saber como utilizar seus serviços (COMPUTER, 2018). As APIs do *Google Maps* tem uma aparência confiável, familiar e permitem personalizar o estilo do mapa conforme suas necessidades, podendo deixar o mapa mais simples para chamar a atenção para os dados ou remodelar para encaixar-se ao restante do sistema.

A API do *Google Maps* foi utilizada para inserir novas informações geográficas e torná-las disponíveis para os usuários. Existem diversas APIs, mas os principais fatores que levaram a escolha do *Google Maps* foram à facilidade de utilização, por possuir imagens de satélite e diversas possibilidades de customização de forma gratuita. Além disso, devido aos mapas do *Google Maps* serem os mais utilizados pelos usuários do mundo inteiro.

### 2.3 ENGENHARIA DE SOFTWARE (ESO)

De acordo com Sommerville (2011, p. 5), “a engenharia de *software* é uma disciplina de engenharia cujo foco está em todos os aspectos da produção de *software*, desde os estágios iniciais da especificação do sistema até sua manutenção”. A ESO busca escolher uma aproximação mais apropriada para cada tipo de situação, partindo da premissa que não se encontra uma única e ideal abordagem para retratá-la, mas sim princípios que embasam a sua essência. O ponto chave da engenharia de *software* “engloba um processo, métodos de gerenciamento e desenvolvimento de *software*, bem como ferramentas” (PRESSMAN e MAXIM, 2016, p. 39).

A ESO é uma tecnologia em camadas, sendo dividida em processos, métodos e ferramentas. A camada de processo (nominada como processo de ESO) é responsável por conservar a coerência entre as demais camadas, onde é construída a estrutura que gerencia o projeto de *software* e indica as circunstâncias nas quais são usados os métodos. Os métodos da ESO oferecem, por sua vez, informações técnicas que englobam uma vasta escala de tarefas, que são compreendidas por: comunicação, análise de requisitos, modelagem de

projeto, construção de programa, teste e suporte. As ferramentas da ESO proporcionam assistência para o processo de *software* de forma automática ou semiautomática, com intuito de dar suporte ao desenvolvimento.

## 2.4 PROCESSO DE SOFTWARE

Para Sommerville (2011), o processo de *software* é considerado uma série de atividades que têm por intuito a construção de um *software*. Dentre as atividades, destacam-se quatro que são consideradas comuns e fundamentais a todos os processos de *software*:

- Especificação: Atividade em que são definidas as funcionalidades e limitações do *software*;
- Desenvolvimento: Responsável pelo projeto e implementação do *software* especificado;
- Validação: Testes realizados no *software* para verificar as funcionalidades desenvolvidas;
- Evolução: Parte incumbida de adequar as mudanças ocorridas nos requisitos, após a sua validação.

Essas atividades abrangem como um todo o desenvolvimento de um *software*, a partir do ponto inicial até o final. Nessa perspectiva, esse tópico será composto de conceitos teóricos sobre o levantamento de requisitos, modelagem de dados e tecnologias/ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de um *software*.

### 2.4.1 Levantamento de Requisitos

Requisitos podem ser compreendidos como as funcionalidades de um sistema, ou seja, as utilidades que são vistas pelo cliente ou, o entendimento de algo essencial para o funcionamento do sistema. O processo de descobrir, analisar, documentar e verificar as funcionalidades e suas restrições é chamado de engenharia de requisitos (SOMMERVILLE, 2011).

Os requisitos de *software* são denominados como requisitos funcionais e não funcionais. Segundo Sommerville (2011), os requisitos funcionais são declarações de serviços que o sistema deve fornecer, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e de como o sistema deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais também podem explicitar o que o sistema não deve fazer. Os requisitos não funcionais são restrições aos serviços ou funções oferecidos pelo sistema, incluem restrições de *timing*<sup>1</sup>, restrições no processo de desenvolvimento e restrições impostas pelas normas. Ao contrário das características individuais ou serviços do sistema, os requisitos não funcionais, muitas vezes, aplicam-se ao sistema como um todo.

O levantamento de requisitos é um processo fundamental, sendo a base para a elaboração de qualquer sistema. Compreender o que o cliente necessita e os processos do negócio são indispensáveis para o desenvolvimento de sistemas eficientes que atendam suas necessidades (MELLO, 2010). Diante disso, essa é uma das atividades mais importantes para a etapa de planejamento de um *software*, no qual possibilita planejar um sistema com maior grau de precisão, mas tão importante quanto definir os requisitos, é organizar as informações de modo que programadores possam entendê-las. Para isso é utilizada a modelagem de dados com intuito de projetar, através de diagramas, o *software* a ser desenvolvido.

#### 2.4.2 Modelagem de Dados

Modelagem de dados é a técnica de desenvolvimento de modelos teóricos de um *software*, em que cada modelo exibe uma perspectiva, geralmente é retratada por notações gráficas baseadas em anotações da linguagem de modelagem unificada, chamada *Unified Modeling Language* (UML). Essa linguagem é definida como um padrão para especificar e documentar um *software* (SOMMERVILLE, 2011).

A UML busca trazer uma melhor estruturação para o *software* e visa uma padronização do processo de modelagem para facilitar a comunicação e o entendimento do cliente e também da equipe de desenvolvedores. Assim como o levantamento de requisitos, a modelagem de dados tem um papel fundamental para o desenvolvimento de um *software*, pois integra diversas características, sendo uma delas aumentar a qualidade do *software*, como

---

<sup>1</sup> Repartição no tempo das diferentes tarefas a serem executadas.

afirmam os autores Pressman e Maxim (2016, p. 128): “o objetivo dos modelos é solidificar a compreensão do trabalho a ser feito e providenciar orientação técnica aos implementadores do *software*”.

Após a conclusão da etapa de planejamento, inicia-se a etapa desenvolvimento, no qual é necessário utilizar tecnologias e ferramentas que permitirão o desenvolvimento de um SIG na WEB.

### 2.4.3 Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento

Com a evolução da computação, novas tecnologias foram surgindo trazendo com elas novas ferramentas, que são indispensáveis para o desenvolvimento de um sistema Web. Linguagem de formatação e estilização de texto, programação, *frameworks*, servidores e sistemas de banco de dados são apenas algumas das várias ferramentas disponíveis no mercado. A seguir, serão apresentadas as ferramentas que foram utilizadas no desenvolvimento desse trabalho.

#### 2.4.3.1 HTML

O *Hypertext Markup Language* (HTML) é uma linguagem de formatação de textos utilizada pelos desenvolvedores para definir páginas na Web, baseada em códigos embutidos em um documento que podem servir para ajustar fontes, criar listas, mostrar imagens, entre outros tipos de formatações de páginas e esses documentos possam ser entendidos pelos *softwares* denominados “agente de usuário”. Navegadores, leitores de tela e robôs de busca são exemplos desses agentes e, por fim, são compreendidos pelos usuários como uma página de *site* (SILVA, 2015).

O HTML, que no jargão da Internet foi traduzido para Linguagem de Marcação de Hipertexto, é a linguagem básica da Web e é a mais utilizada na rede mundial de computadores. Conforme afirmam Pereira e Poupa (2017, p. 23), “a maioria dos documentos na Internet encontram-se escrito em HTML, daí a sua incontornável importância”. A

linguagem HTML foi fundamentada pela *International Organization for Standardization* (ISO), uma entidade de padronização e normatização internacional em diversas áreas de interesse econômico e técnico da área de redes de computadores.

Hipertexto, resumido em poucas palavras, é todo o conteúdo introduzido em um documento para a Web, com a possibilidade de concatenar um documento a outros na própria Web. A *Standard Generalized Markup Language* (SGML) é um padrão internacionalmente reconhecido e aceito de formatação de documentos hipertexto. Como um subconjunto deste padrão ISO, qualquer aplicação que possa interpretar o formato SGML poderá também ler o formato HTML (RAMALHO, 1997).

O HTML é responsável por estruturar uma página Web, sendo assim não é possível estilizá-la por si só, havendo a necessidade de utilizar uma ferramenta específica denominada *Cascading Style Sheets* (CSS).

#### 2.4.3.2 CSS e Bootstrap

A definição mais simplista sobre o CSS é abordada no *site* do W3C em que diz que: “*Cascading Style Sheets* (CSS) é um mecanismo simples para adicionar estilo (por exemplo, fontes, cores, espaçamento) a documentos da Web” (W3C, 2018). O CSS possui a tarefa de apresentação do estilo no documento, sendo essa sua maior finalidade. Diferente do HTML que foi originado para ser uma linguagem exclusivamente de marcação e estruturação de conteúdos (SILVA, 2015), o CSS estabelece como serão apresentados os elementos contidos no código de uma página da Web. O CSS como vantagem a separação entre o formato e o conteúdo de um documento, por isso é usado como ferramenta de estilização de diversas linguagens de marcação (como HTML, XML<sup>2</sup> e XHTML<sup>3</sup>).

O CSS ao longo dos anos vem sofrendo diversas atualizações, principalmente no modo de desenvolvimento, que no início era focado exclusivamente em criar parte por parte o estilo de cada página. Atualmente, a tendência do CSS é a utilização de *frameworks* (abstração que une códigos comuns entre vários projetos) com estilos base já construídos,

---

<sup>2</sup> XML é um padrão para estruturação e troca de dados pela Web (ELMASRI & NAVATHE, 2011).

<sup>3</sup> XHTML é uma linguagem de marcação para hipertexto destinada a escrever documentos Web com a funcionalidade adicional de ser compatível com as aplicações XML (SILVA, 2008).

permitindo uma maior agilidade no desenvolvimento da aplicação. Há diversos *frameworks* CSS no mercado, entre esses destaca-se o *Bootstrap*.

O *Bootstrap* é um dos mais famosos *frameworks* que existe no mundo, um poderoso auxiliador para os desenvolvedores *front-end*<sup>4</sup>, gratuito e contém seu código fonte aberto para alteração. Segundo Siqueira (2017, p. 487), essas características possibilitam um desenvolvimento de maneira ágil e fácil. O *Bootstrap* foi elaborado pelos desenvolvedores do *Twitter* tendo uma grande aprovação para o desenvolvimento de interfaces Web.

O *Bootstrap* permite aos desenvolvedores não somente modificarem o código fonte, mas também a possibilidade de criar seu próprio *Bootstrap*, apresentando assim, sua praticidade e facilidade de uso principalmente, quando se trata de responsividade e adequação a diversos navegadores Web.

O HTML e o CSS dão a página Web estrutura e estilo, mas para criar páginas dinâmicas e interativas é preciso utilizar outra ferramenta que controle o documento exibido nos navegadores. Para isso, é necessário o uso da linguagem de programação Web conhecida como *JavaScript*.

#### 2.4.3.3 JavaScript e JQuery

Segundo Flanagan (2013), *JavaScript* é a linguagem de programação da Web. A ampla maioria dos *sites* modernos utiliza *JavaScript* e todos os navegadores modernos - em computadores de mesa, consoles de jogos, *tablets* e *smartphones* - incluem interpretadores *JavaScript*, tornando a linguagem de programação mais onipresente da história. Como o próprio autor cita, a linguagem *JavaScript* é de fato uma das mais utilizadas linguagens para o desenvolvimento de *sites* Web na atualidade, visto que praticamente todas as ferramentas utilizadas no dia a dia possuem interpretadores dessa linguagem.

O *JavaScript* tem passado por constantes atualizações trazendo novos recursos para a linguagem. Com esses avanços, muitos navegadores Web tornavam-se incompatíveis com a linguagem. Para solucionar esse problema foi desenvolvida uma biblioteca que facilitasse a compatibilidade com a maioria dos navegadores, a biblioteca *jQuery*.

---

<sup>4</sup> De acordo com Silva Cereja (2016, p. 13) “o *front-end* é um conjunto de técnicas, utilizado em associação com ferramentas de desenvolvimento, que tem por objetivo criar e manipular a parte visual e estrutural das páginas Web” (apud Martins, 2015).

O *jQuery* é uma biblioteca de *JavaScript* rápida, pequena e rica em recursos. Isso a torna uma ferramenta para manipulação de documentos HTML, manipulação de eventos, animação e Ajax<sup>5</sup>, funciona de maneira simples e integrada a uma API, o que a torna fácil de usar e compatível com uma infinidade de navegadores (JQUERY, 2018). Com essa é possível programar as mesmas funções com uma grande economia de código, tendo suas funcionalidades já construídas bastando apenas usá-las.

#### 2.4.3.4 PHP e *CodeIgniter*

Uma linguagem que também tem uma interação direta com o HTML é a *Personal Home Page* (PHP), que se destaca por fazer a comunicação entre o servidor Web, através de códigos entre *tags* PHP, que aguarda a resposta em código HTML.

O PHP é uma linguagem de programação voltada para o desenvolvimento de páginas dinâmicas para Internet de fácil uso e aprendizagem, permitindo ao programador inserir seus comandos diretamente nos códigos HTML de uma página (OLIVIERO, 2010).

O PHP é considerado uma das linguagens mais usadas para a programação Web, em função da variedade de Websites e aplicações Web desenvolvidas pela linguagem. O seu grande destaque está na habilidade de tornar páginas Web estáticas em *sites* dinâmicos e interativos. As características mais importantes dessa linguagem é a sua velocidade, robustez, portabilidade (independência de plataforma) e código fonte aberto com seu código e documentação disponível em seu *site* oficial.

Há diversos *frameworks* PHP no mercado, entre esses destacamos o *CodeIgniter* que é um *framework* de desenvolvimento de aplicativos para pessoas que criam *sites* ou aplicações usando PHP. O *CodeIgniter* foi elaborado para permitir que programadores desenvolvam projetos muito mais rápido do que se estivesse escrevendo o código do zero, fornecendo um rico conjunto de bibliotecas para tarefas comumente necessárias, bem como uma interface simples e estrutura lógica para acessar essas bibliotecas (CODEIGNITER, 2018).

O PHP é executado em um servidor Web. Quando é feita uma solicitação pelo usuário, o código do PHP é processado no servidor Web e mandado como resposta ao

---

<sup>5</sup> *Asynchronous JavaScript and XML* (Ajax) “é o uso sistemático de *JavaScript* e XML (entre outras tecnologias) para tornar o navegador mais interativo com o usuário, utilizando-se de solicitações assíncronas de informações” (NIEDERAUER, 2013, p. 15).

navegador, diferente das outras linguagens como o HTML, CSS e *JavaScript* que são executadas somente pelo navegador. Esta linguagem tem suporte a diversos bancos de dados, cada um possuindo uma série de funções valendo-se de todo os seus recursos (NIEDERAUER, 2011).

#### 2.4.3.5 Servidor Web Apache

Toda vez que se acessa um *site* ou uma aplicação Web está ocorrendo uma comunicação com um servidor Web. O servidor Web *Apache* é o *software* encarregado por oferecer páginas, imagens ou qualquer outro tipo de objeto ao navegador. Ele recebe dados do navegador, processa-os e envia os resultados do processamento para o navegador que os solicitou (VIANA, 2005). Há diversos servidores Web no mercado, mas nenhum se destaca como o servidor Web *Apache*, em virtude de ser considerado um dos mais utilizados no mercado e pela sua simples manipulação, robustez e alto desempenho.

O servidor *Apache* é um *software* livre, criado em 1995 por Rob McCool do *National Center for Supercomputing Applications* (NCSA). “O *Apache* é um servidor de páginas para Web, *open source*<sup>6</sup>, bastante estável e seguro, além de ser altamente recomendável para rodar aplicações desenvolvidas em PHP” (OLIVIERO, 2010, p. 28).

#### 2.4.3.6 Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) e MySQL

De modo geral, para obter o gerenciamento eficiente de dados é necessário a utilização de um Banco de Dados (BD) computacional. Entende-se como um BD, uma estrutura computacional compartilhada e integrada que armazena um conjunto de dados/fatos de interesse de um usuário e metadados, que é o modo pelo qual os dados/fatos desse usuário são integrados e gerenciados (ROB & CORONEL, 2011).

Os BDs podem ser construídos e preservados de maneira manual (com grandes volumes de papel e espaço para armazenamento) e/ou de forma computadorizada em que

---

<sup>6</sup> *Open source* é um termo em inglês que significa código aberto.

podem ser criados e mantidos de dois modos, sendo um, por grupo de programas de aplicações específicas e, o outro, através de um Sistema de Gerenciador de Banco de Dados.

O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) “é um *software* projetado para auxiliar a manutenção e utilização de vastos conjuntos de dados” (RAMAKRISHNAN; GEHRKE, 2008, p.3). O SGBD também é responsável por lidar com todas as requisições do BD com objetivo de oferecer um meio eficiente e eficaz para recuperação e armazenamento das informações. O SGBD serve como um intermédio entre usuário e o BD, em que sua base é armazenada em um arranjo de arquivos, e para acessar esses arranjos, é necessário à utilização de um *software* SGBD (ROB & CORONEL, 2011).

O *MySQL* é um servidor e SGBD relacional, projetado para trabalhar com aplicações de pequeno, médio e grande porte com mais vantagens que seus concorrentes. O *MySQL* contém todas as características que um BD de grande porte exige (MILANI, 2007). Ele é um *software open source* e é um dos SGBDs mais utilizados reconhecido a nível mundial (NEVES & RUAS, 2005).

## 2.5 TRABALHOS CORRELATOS

Para apresentar a relevância do tema aqui abordado, através de leituras bibliográficas, foram encontrados diversos trabalhos já desenvolvidos na área de SIG. Embora este tipo de sistema tenha surgido na década de 60, não foram encontrados trabalhos que de fato desenvolveram o que o tema desse trabalho propõe, que foi implementar um SIG na Web para acompanhamento dos ingressos e egressos do curso BSI do IFMG-SJE. A partir disto, foram selecionados dois trabalhos que mais se assemelhavam ao tema proposto. Embora haja divergência dos trabalhos encontrados com a temática do trabalho proposto, no entanto foram utilizadas as mesmas ferramentas para o desenvolvimento dessa pesquisa.

No primeiro trabalho, Silva (2015), em sua dissertação de mestrado intitulada de “Desenvolvimento de uma aplicação de exploração de informação geográfica baseada em serviços *Google Maps*”, foi proposto o desenvolvimento de um protótipo de plataforma que fosse capaz de criar e gerenciar *sites* e *Apps* para a visualização, consulta e análise de informação espacial, em que o público-alvo seria usuários com pouco conhecimento na área de SIG. Para o desenvolvimento dessa plataforma e das aplicações que compõem o trabalho,

foram utilizadas as tecnologias de serviços de geoprocessamento *Google Maps for Work*, complementados por programação Web, através de linguagens de programação orientadas a objetos combinado numa arquitetura orientada a serviços.

Por conseguinte, o trabalho de Oliveira, Cavalcante e Polli (2016), intitulado de “Geochapada: Cartografia Turística e SIG Web no Parque Nacional da Chapada Diamantina – Bahia, Brasil” apresenta uma aplicação SIG Web de apoio ao turismo no Parque Nacional da Chapada Diamantina. Esse SIG é representado por um mapa personalizado que mostra assuntos de interesse dos visitantes. O trabalho tem como objetivo fornecer informações cartográficas aos turistas e ampliar a divulgação da região através de um mapa digital e interativo disponível na Internet. O sistema possui informações georreferenciadas das principais localidades, com atrativos turísticos, trilhas e locais de estadia existentes na região, além de informações e fotografias. O sistema foi desenvolvido no formato de página Web utilizando linguagem de programação HTML e API do *Google Maps*.

### 3. METODOLOGIA

Segundo Mattar (2008), metodologia consiste na “[...] descrição dos métodos ou procedimentos que serão utilizados na pesquisa”. Dessa forma, essa seção apresentará a natureza da pesquisa suas etapas para o alcance dos objetivos, a população e amostra, os instrumentos a serem utilizados e as tecnologias envolvidas no desenvolvimento.

#### 3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Inicialmente foi feita uma pesquisa de caráter descritiva com abordagem qualitativa, através de levantamento e análises de dados quantitativos dos ingressos e egressos do curso BSI do IFMG-SJE.

Conforme Marconi e Lakatos (2010, p. 170), a pesquisa qualitativa-descritiva, “Consiste em investigações de pesquisa empírica cujo principal finalidade é o delineamento ou análise de características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou isolamento de variáveis principais ou chave”.

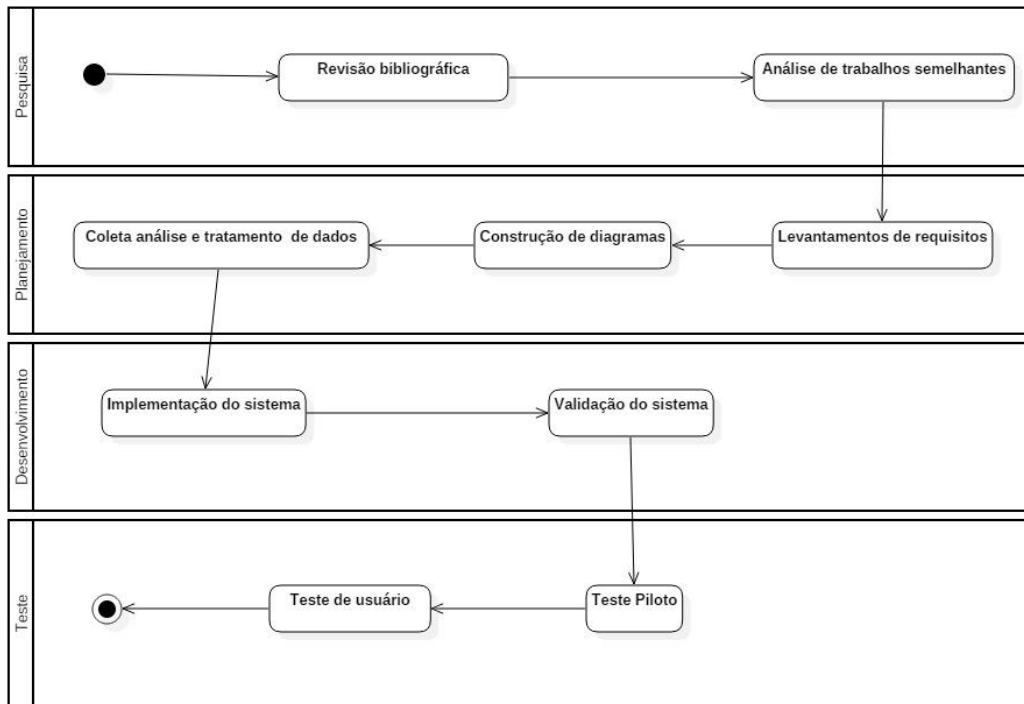
#### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A pesquisa foi realizada no IFMG-SJE onde teve como público alvo, os ingressos e egressos do curso BSI. As informações referentes aos ingressos e egressos foram disponibilizadas pelo próprio *Campus São João Evangelista*.

#### 3.3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A construção do SIG na Web foi realizada por meio de um processo composto de quatro etapas: pesquisa, planejamento, desenvolvimento e teste do SIG na Web. Para a realização de cada etapa foi necessário o desenvolvimento de várias atividades, conforme exposto na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama das atividades



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

A etapa de Pesquisa foi composta por duas atividades: revisão bibliográfica e análise de trabalhos semelhantes. Na atividade de revisão bibliográfica foram coletadas informações sobre Sistemas de Informações Geográficas em livros, artigos, dissertações, teses e periódicos. Já na segunda atividade, foi realizada a mineração das informações levantadas na atividade anterior, que visou selecionar trabalhos que poderiam fundamentar esse trabalho e também que possuem semelhanças com relação ao objetivo dessa pesquisa.

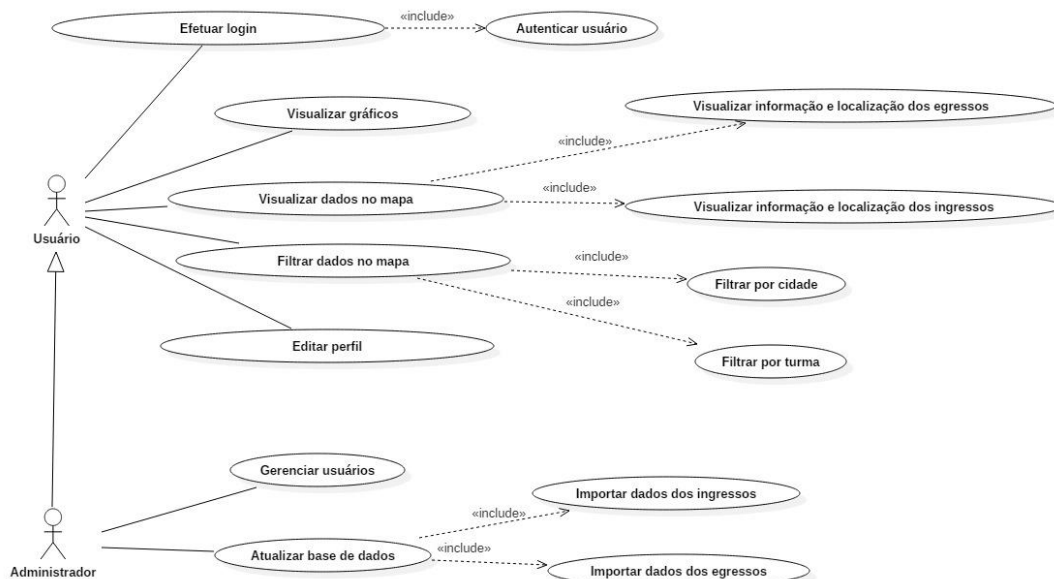
Depois de finalizada a etapa de Pesquisa, iniciamos a etapa de Planejamento, composta pelas atividades: levantamento de requisitos, construção de diagramas e coleta e análise de dados para o sistema. Na atividade de levantamento de requisitos foram coletadas as necessidades da equipe diretiva do IFMG-SJE com relação ao sistema e transcritas em funcionalidades do sistema. Após as transcrições das funcionalidades definiu-se que o sistema proposto deveria atender aos seguintes requisitos funcionais (RFs):

- [RF01]: O acesso ao sistema será somente através de login e senha.

- [RF02]: O sistema deve permitir o cadastro de ingressos e egressos.
- [RF03]: Permitir a visualização detalhada das informações dos ingressos e egressos no mapa.
- [RF04]: Gerar gráficos e estatísticos com informações dos ingressos e egressos.
- [RF05]: Somente usuários com nível de administrador pode adicionar novos usuários e cadastrar os dados dos ingressos e egressos.

Na atividade de construção de diagramas foi utilizada a linguagem de modelagem unificada (UML) para elaboração dos diagramas que nortearam os desenvolvedores na construção do sistema. Para demonstrar todas as interações que os usuários podem realizar durante a utilização do sistema foi criado o diagrama de caso de uso, conforme a Figura 2.

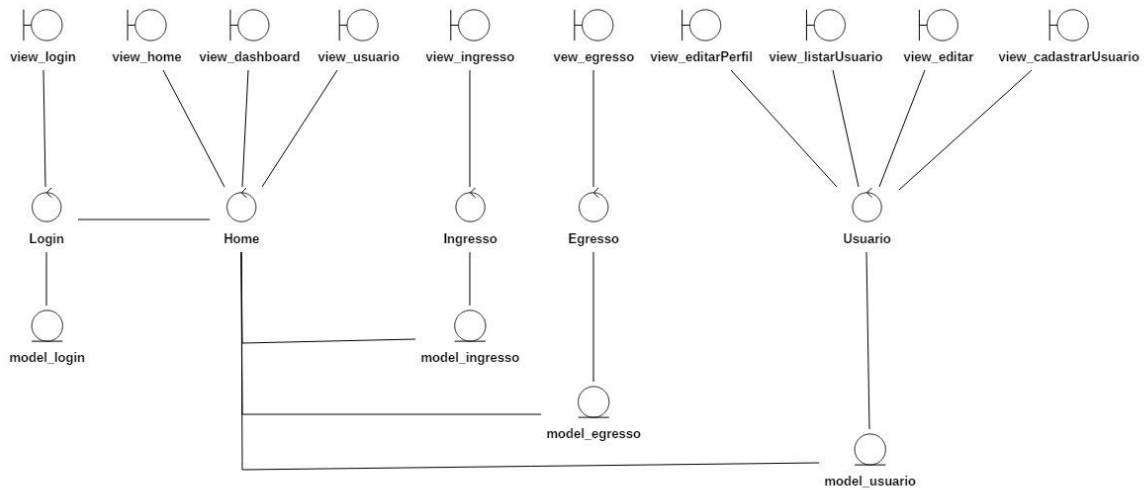
Figura 2 - Diagrama de caso de uso



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Com finalidade de representar as principais funções utilizadas pelo sistema para a manipulação de dados foi criado o diagrama de classe conforme a Figura 3.

Figura 3 - Diagrama de classes



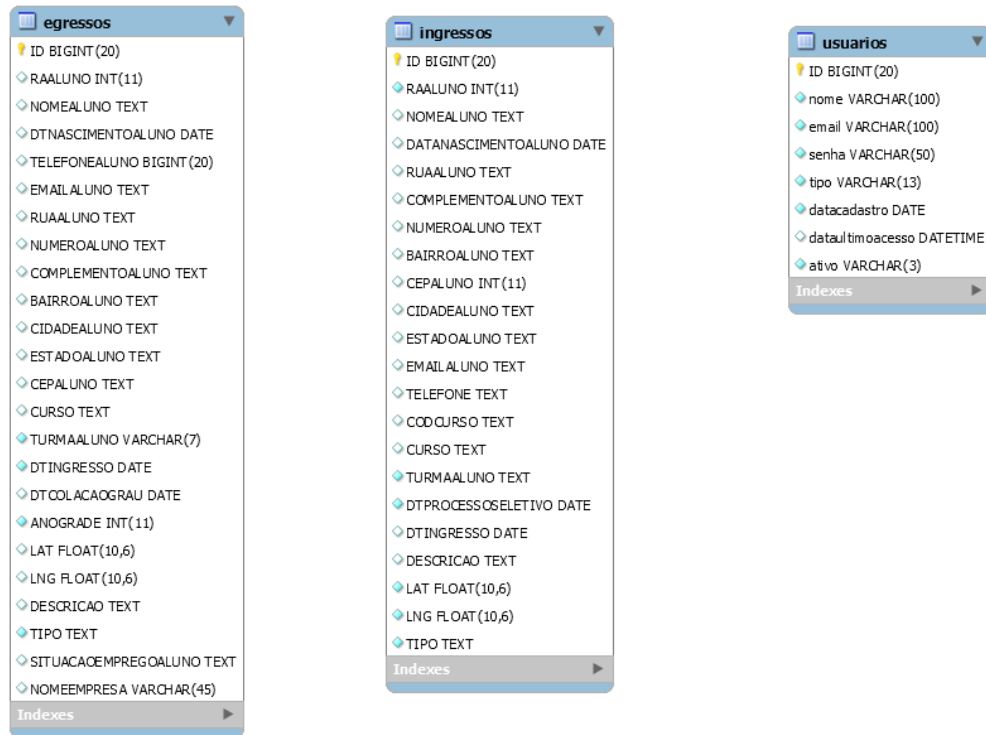
Fonte: Desenvolvido pelos autores.

A atividade de coleta, análise e tratamento de dados para o sistema trata-se do levantamento das informações referentes aos ingressos e egressos para analisar e fazer os tratamentos necessários para posteriormente, preencher a base de dados do sistema. Essas informações foram fornecidas pelo IFMG-SJE.

Finalizada a etapa de planejamento, iniciou-se a etapa de desenvolvimento que foi composta por duas atividades: implementação e validação do sistema. Na atividade de implementação foi desenvolvido o sistema a partir do diagrama de caso de uso de modo que atenderia os requisitos funcionais do sistema. Para o desenvolvimento foi utilizada as ferramentas de linguagem de programação Web, APIs e *Frameworks*. As linguagens de programação utilizadas foram: HTML, CSS, *Javascript*, PHP, bem como as *frameworks* *jQuery*, *Bootstrap* e *CodeIgniter* para o desenvolvimento, configuração e customização do sistema.

Após construção da interface, foi confeccionado a base de dados do sistema que é composta por três tabelas conforme mostrado no Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER) na Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de Entidade e Relacionamento



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Para fazer a localização geográfica dos ingressos e egressos foi utilizado a API do *Google Maps*. Em seguida, foram elaboradas consultas para o levantamento de dados estatísticos e filtro para mineração dos dados geográficos.

Na atividade de validação do sistema foi efetuado o teste unitário que é um teste realizado em uma parte do código com o objetivo de testar um nível de componente ou classe e o teste de integração dos subsistemas e componentes que objetiva verificar se um ou mais componentes combinados funcionam, é importante destacar que estes testes são efetuados pelos próprios desenvolvedores. Nessa atividade também foi verificado se o sistema estava atendendo as necessidades e funcionalidades estabelecidas na etapa de planejamento. Os testes realizados para verificar as funcionalidades do sistema levaram em conta os requisitos e aspectos de qualidade de um *software*.

Por fim, finalizada a etapa de validação foi iniciada a etapa de teste, esta etapa é composta por duas atividades: teste piloto e teste de usuário. O teste piloto consiste nos desenvolvedores testarem o sistema após ele estar instalado no servidor, verificando seu comportamento e desempenho em servidores *online*. Já o teste de usuário, visa pessoas externas ao projeto testarem o sistema com o objetivo de encontrar problemas, sugerir melhorias e verificar sua usabilidade.

Para a realização do teste de usuário é necessário uma amostra de pelo menos cinco usuários, pois essa quantidade já trará conhecimentos e ideias valiosas para o sistema (KRUG, 2006). Nessa perspectiva, o teste foi executado com uma amostra de nove usuários, dentre eles: a Coordenação do Curso de BSI, o Coordenador Geral de Graduação e Pós-Graduação, o Diretor do Departamento de Ensino, o Analista de Tecnologia da Informação e os professores efetivos do *Campus SJE*.

Para iniciar o teste foi feita uma introdução sobre os objetivos do sistema e para qual público é direcionado. Depois foi solicitado para o usuário que avaliasse o sistema e criticasse caso necessário, após isso era informado ao usuário as credenciais de acesso para efetuar o login. Após efetuar o *login*, foi solicitado ao usuário que observasse e explorasse o sistema como um todo, seguindo um roteiro de ações dentro do sistema. Ao decorrer dessas ações, o usuário informava o resultado de tal ação. Esses procedimentos para avaliação do sistema pelos usuários foram utilizados com todos os participantes da pesquisa da mesma forma.

Depois de terminado o teste de usuário foi aplicado um questionário simples sobre as heurísticas de usabilidade, apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Questionário para análise do teste de usabilidade

Q1	<b>Visibilidade de Status do Sistema.</b> A interface sempre informa ao usuário o que está acontecendo no sistema?
Q2	<b>Relacionamento entre a interface do sistema e o mundo real.</b> Toda a comunicação do sistema é contextualizada ao usuário, e é coerente com o chamado modelo mental do usuário?
Q3	<b>Liberdade e controle do usuário.</b> O sistema permite ao usuário desfazer ou refazer uma ação para retornar a um ponto anterior, caso o usuário estiver perdido ou em situação inesperada?
Q4	<b>Consistência.</b> O sistema utiliza a mesma língua o tempo todo, e nunca identifica uma mesma ação com ícones ou palavras diferentes e trata coisas similares, da mesma maneira, facilitando a identificação para o usuário?
Q5	<b>Prevenção de erros.</b> O sistema sempre mantém retornos ao usuário sobre a ação que esta sendo feita e informa em caso de sucesso ou não?
Q6	<b>Reconhecimento ao invés de lembrança.</b> O sistema evita acionar a memória do usuário o tempo inteiro fazendo com que cada ação precise ser revista mentalmente antes de ser executada?
Q7	<b>Flexibilidade e eficiência de uso.</b> O sistema aparenta ser de fácil uso para usuários leigos e flexível o bastante para se tornar ágil à usuários avançados?
Q8	<b>Estética e design minimalista.</b> O sistema passa ao usuário apenas informações ao qual ele deseja saber com diálogos simples
Q9	<b>Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e sanar erros.</b> As mensagens de erro do sistema possuem uma redação simples e clara que não intimida o usuário com o erro e indica uma saída construtiva ou possível solução?

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa seção mostra o resultado da pesquisa, isto é, o Sistema de Informação Geográfica na Web para o IFMG-SJE e os resultados obtidos com a avaliação realizada pelos usuários.

### 4.1 SIGifmg

Para a confecção da logomarca (Figura 5), levou-se em consideração o tipo de sistema: Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a instituição: Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG). Dessa forma, as siglas correspondentes ao tipo de sistema e instituição originou o nome “SIGifmg”. As cores verde e branca foram escolhidas por serem as cores padrão da Instituição, vale ressaltar que as cores base das interfaces foram desenvolvidas com base nas cores da logomarca, seguindo assim uma das regras de *design* de interação, que se refere à padronização.

Figura 5 – Logomarca



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

A Figura 6 ilustra a tela de *login*, que é a primeira tela que o usuário visualizará quando executar o sistema. Nessa tela far-se-á necessário o usuário utilizar suas credenciais para ter acesso às informações do sistema, visando uma maior segurança.

Figura 6 – Tela de Login

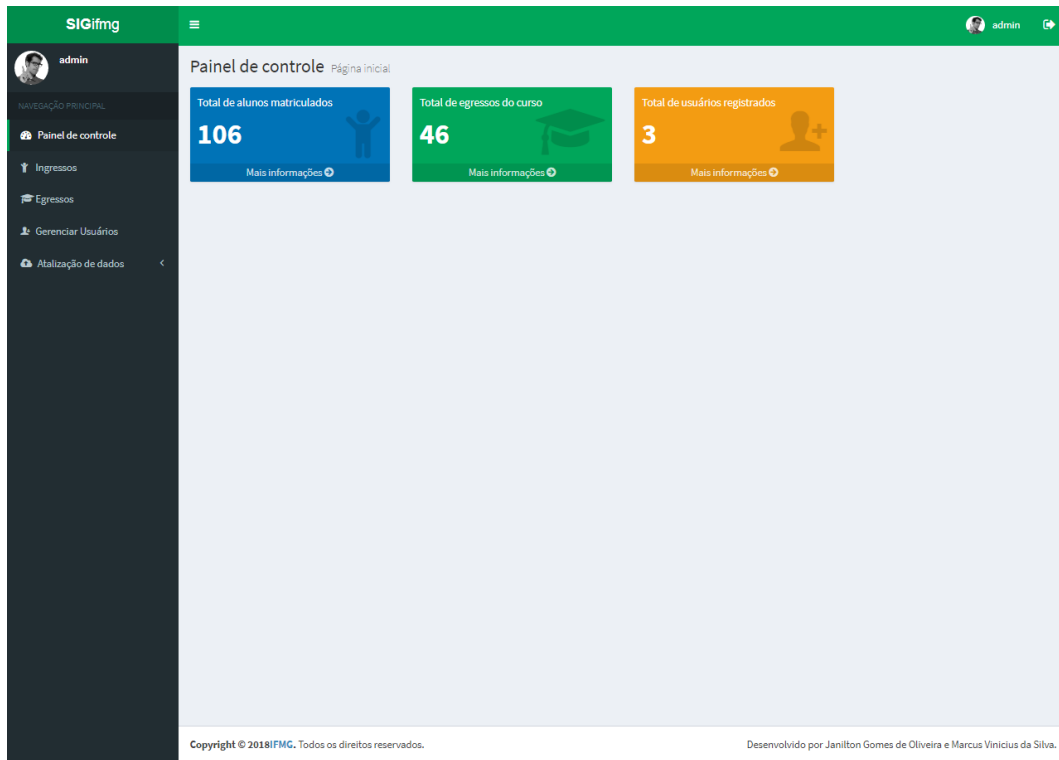


A imagem mostra a tela de login do sistema SIG ifmg. No topo, há o logotipo "SIG ifmg" em verde e branco. Abaixo, o título "Login do sistema" está centralizado. O formulário de login contém dois campos de entrada: "E-mail" com um ícone de envelope e "Senha" com um ícone de cadeado. Um botão verde com o texto "Entrar" está posicionado à direita dos campos.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

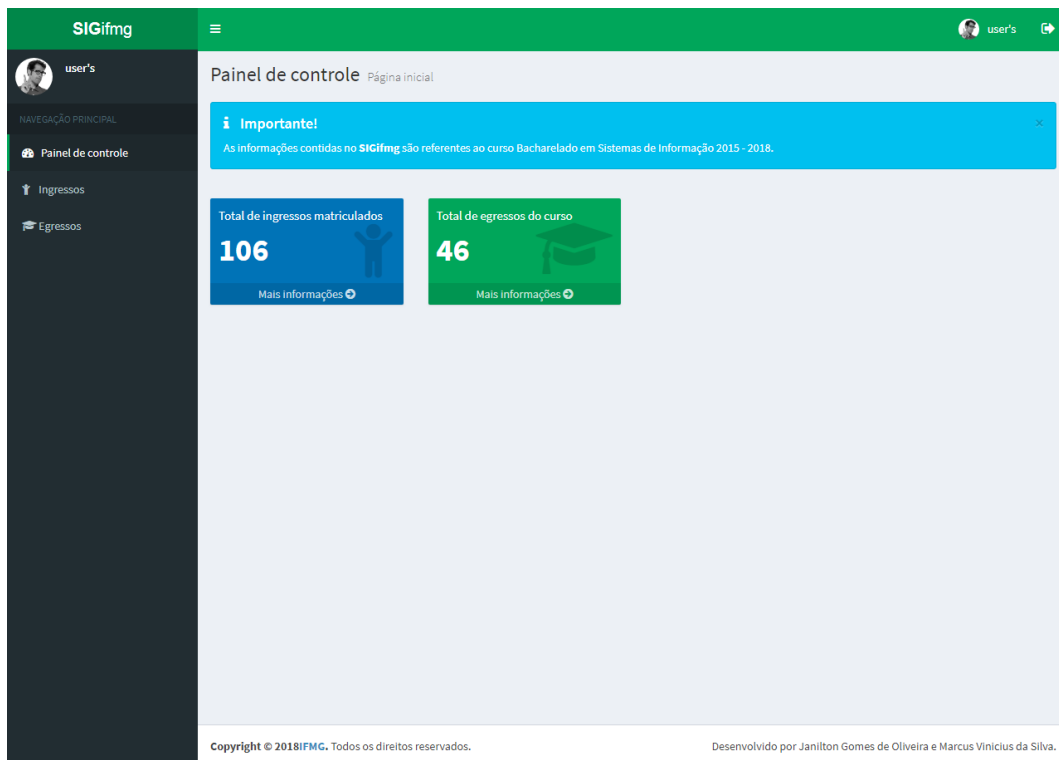
Caso as credenciais informadas pelo usuário forem validas (e-mail e senha corretos), ele será redirecionado para a tela painel de controle. Caso contrário, o sistema retornará a tela de *login* exibindo uma mensagem de erro. Vale ressaltar que há dois níveis de usuários que poderão acessar o sistema, sendo o nível Administrador, em que será possível o usuário interagir com todas as telas e funcionalidades do sistema (Figura 7) e o nível Usuário, em que o usuário poderá interagir apenas com as telas painel de controle, ingresso, egresso e editar o perfil (Figura 8).

Figura 7 - Tela inicial de Administradores



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 8 - Tela inicial de usuário

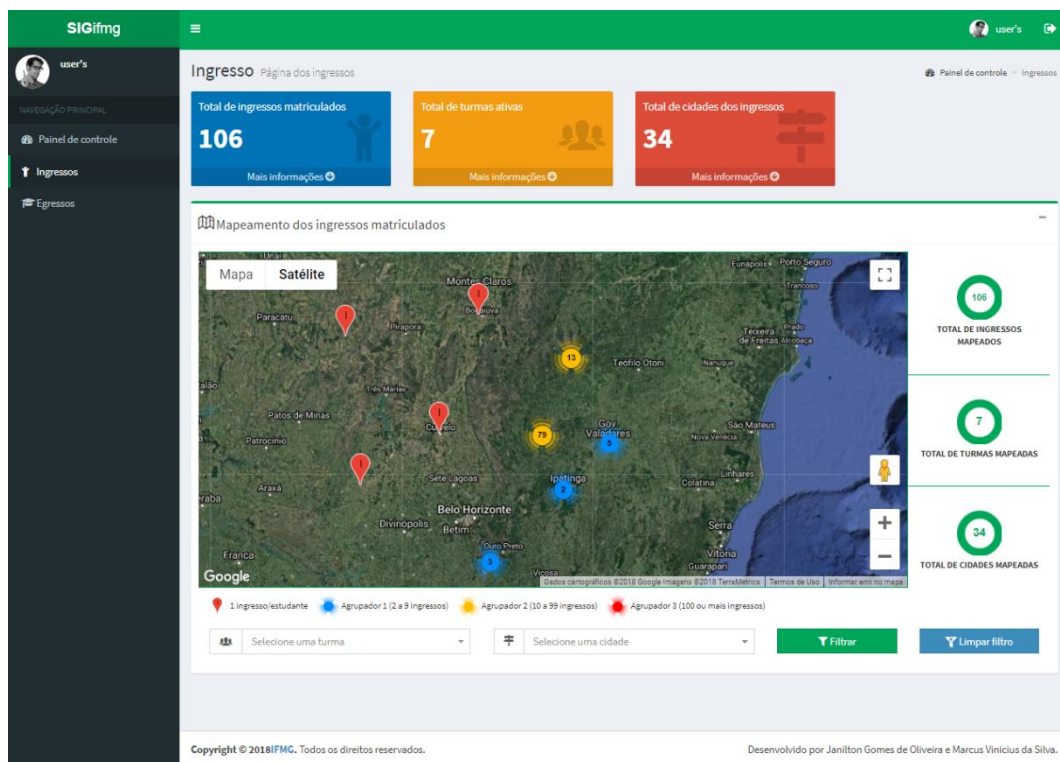


Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Como pode ser observado na Figura 7, o menu de navegação exibe os itens: painel de controle, ingressos, egressos, gerenciar usuários e atualização de dados, além das caixas de informações no corpo da tela com o total de ingressos matriculados, total de egressos e total de usuários cadastrados no sistema, diferente da Tela inicial do usuário (Figura 8), que exibe apenas os itens painel de controle, ingressos e egressos e no corpo da tela as caixas de informações com o total de ingressos matriculados e total de egressos.

O sistema possui a tela dos ingressos que dispõe de informações dos estudantes que ingressaram no curso BSI do IFMG-SJE (Figura 9). Nesta tela, o usuário pode visualizar as caixas de informações com total de ingressos matriculados, total de turmas ativas e o total de cidades dos ingressos. Essa tela também contém o mapeamento dos ingressos matriculados que exibe a localização dos ingressos e o número de ingressos, turmas e cidades mapeadas.

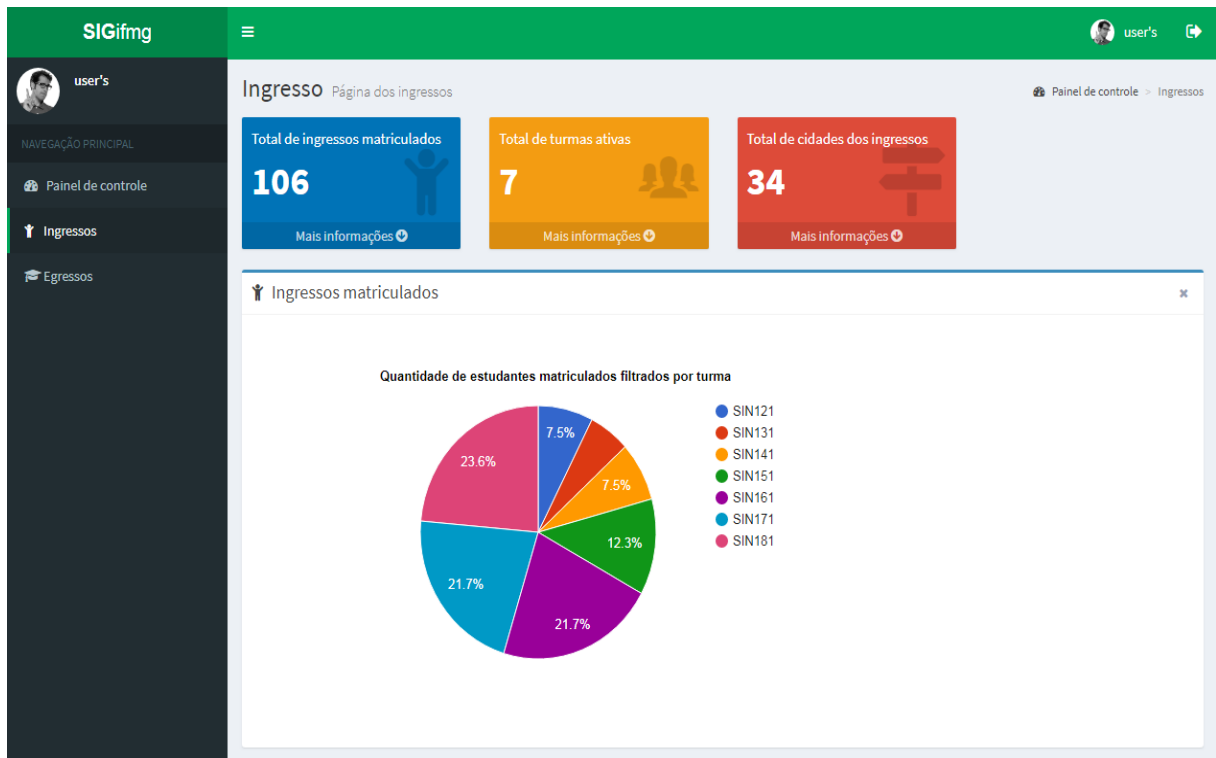
Figura 9 - Tela dos ingressos



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Ao clicar na caixa total de ingressos matriculados é exibido um gráfico contendo a quantidade de estudantes matriculados filtrado por turma (Figura 10). Esse gráfico é útil para informar ao usuário a quantidade de estudantes que se encontram matriculado por turma e o seu percentual.

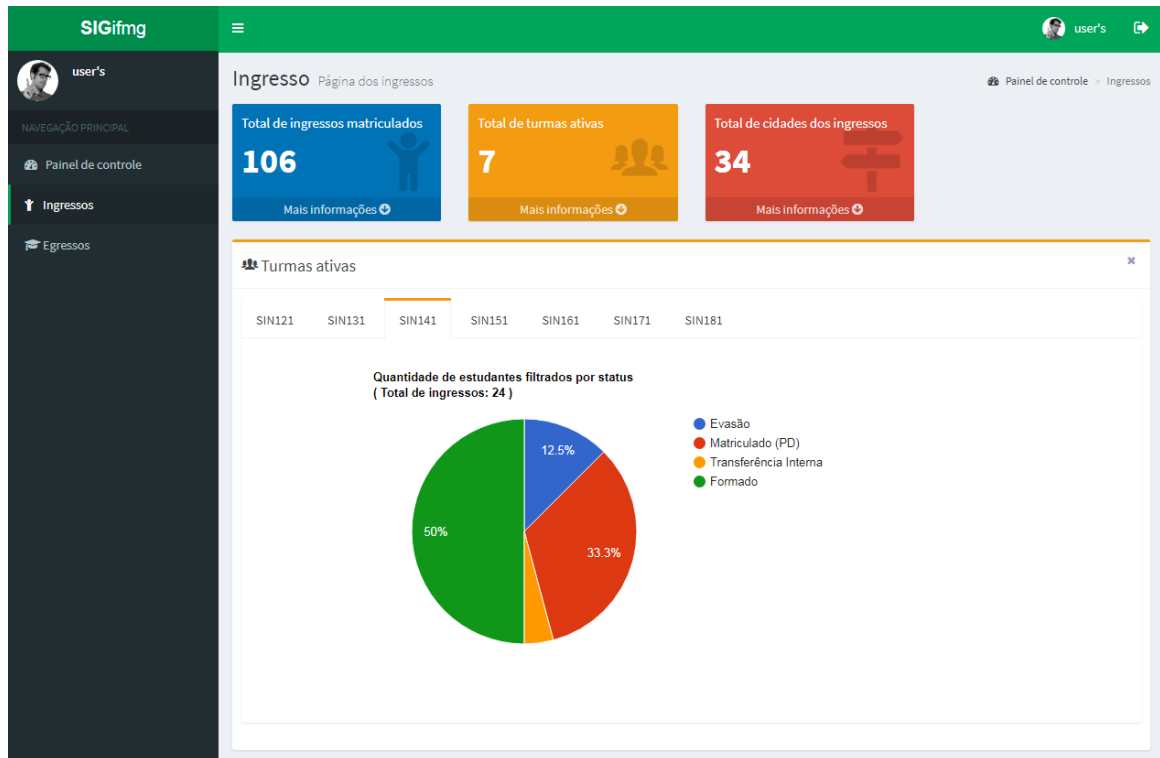
Figura 10 - Filtro total de ingressos matriculados.



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Ao clicar sobre a caixa de informação total de turmas ativas é exibido um gráfico com a quantidade de estudantes filtrados por *status* separados por turma (Figura 11). Esse gráfico informa a quantidade de estudantes que se encontra evadido, matriculado, transferências interna/externa, trancado, formado (complementou todas as disciplinas e atividades complementares e colaram grau) e concluído (complementaram todas as disciplinas e atividades complementares, mas não colaram grau) caso houver ingressos com esses *status* na turma.

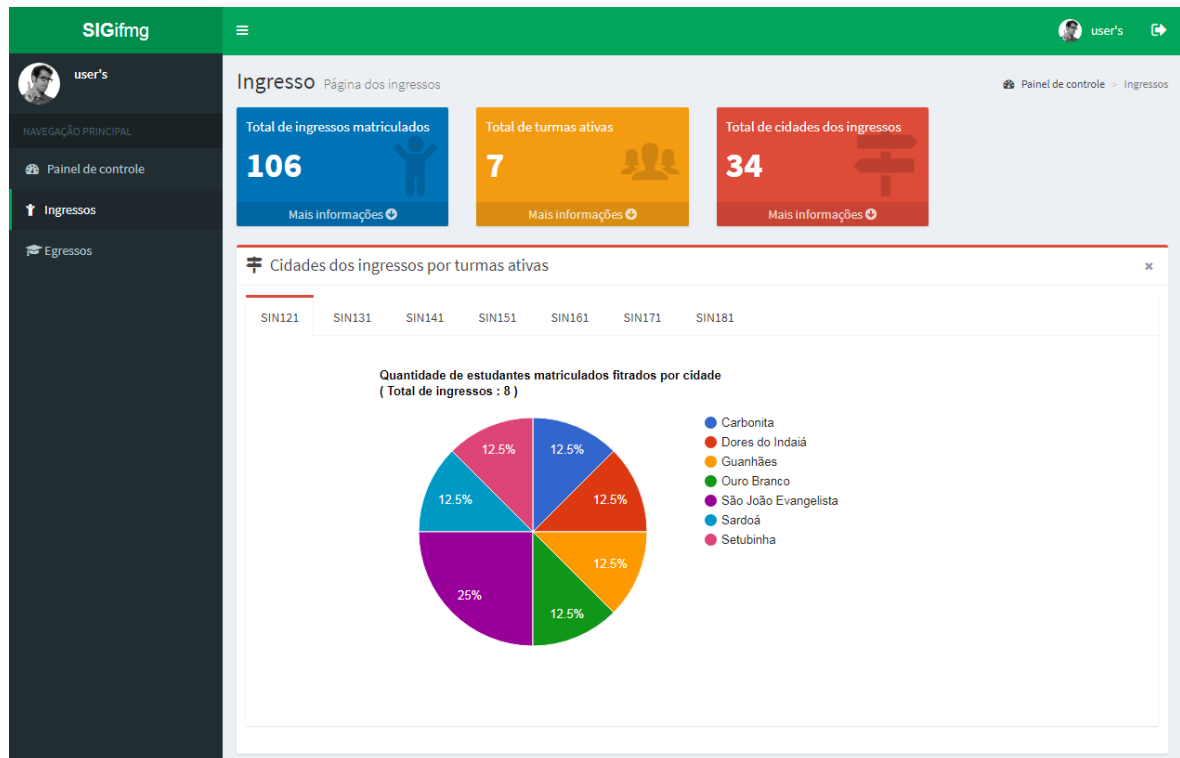
Figura 11 - Gráfico por status separados por turma



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Também ao clicar na caixa de informação total de cidades dos ingressos é exibido um gráfico com a quantidade de estudantes matriculados filtrados por cidade, separado por turma (Figura 12).

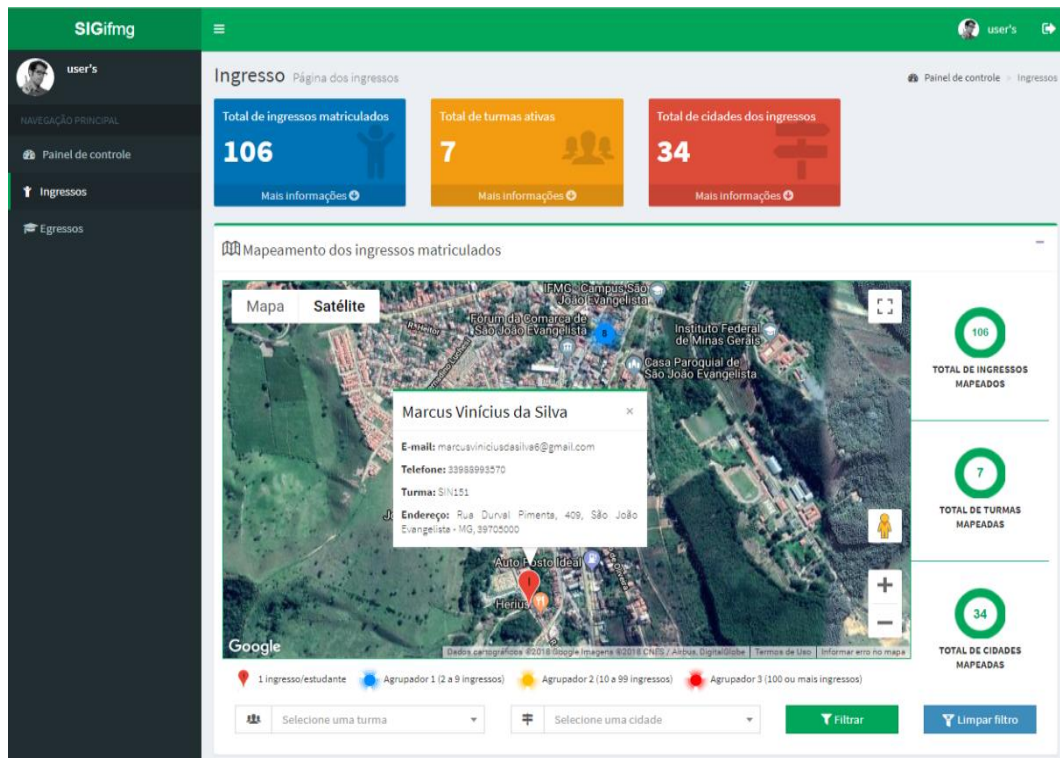
Figura 12 - Filtro de estudantes matriculados por cidade



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

O mapeamento dos ingressos matriculados informa a localidade de residência dos estudantes matriculados. Ao colocar o cursor sobre um marcador é possível ver o nome de determinado indivíduo e ao clicar são exibidas informações diversas sobre ele (Figura 13).

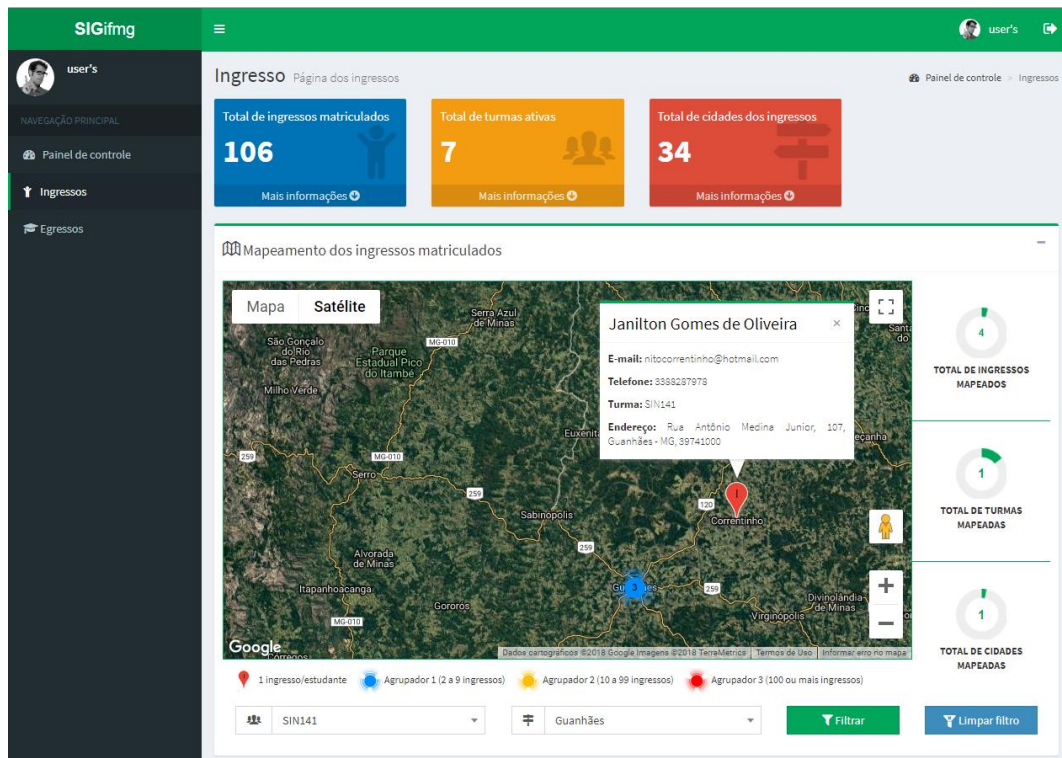
Figura 13 - Mapeamento dos ingressos matriculados



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Pode-se notar que existem grupos de marcadores no mapa que visam deixá-lo mais limpo e amigável, ao clicar sobre algum desses marcadores, eles tendem a diminuir e mostrar os marcadores que estão agrupados em si. Existe também um filtro por turma e cidade e uma barra lateral ao mapa que interage de acordo com os filtros aplicados ao mapa (Figura 14). Destaca-se que o módulo ingresso e todas as suas funcionalidades são disponibilizadas para ambos os níveis de usuários.

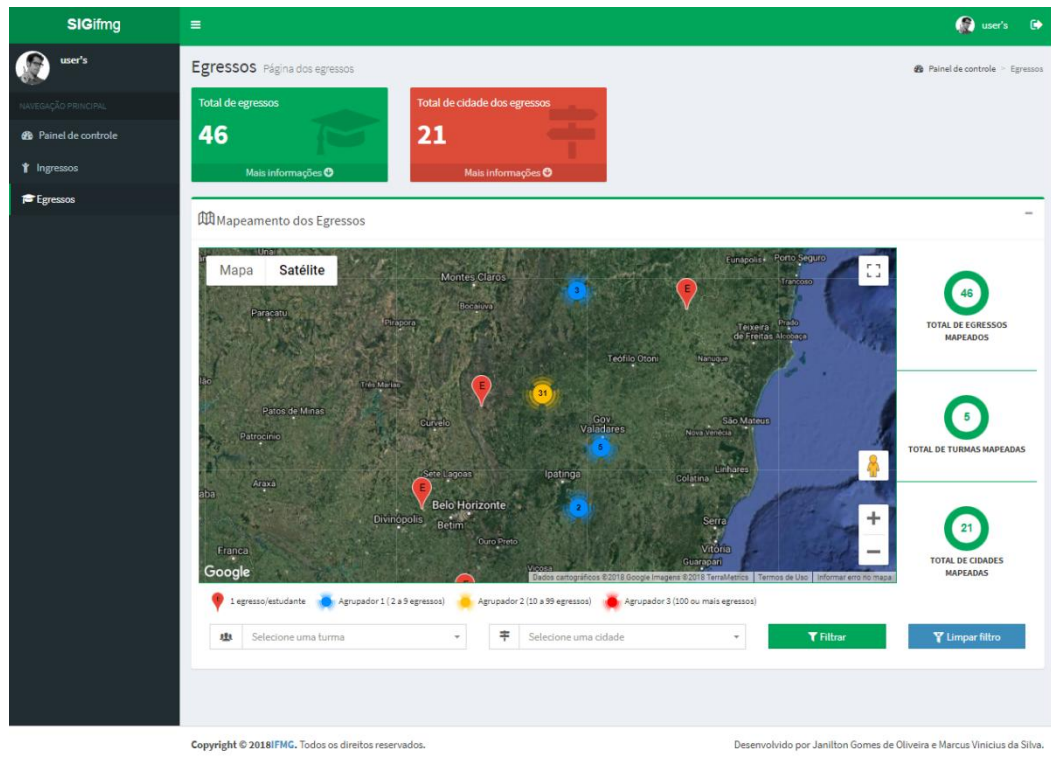
Figura 14 – Mapeamento dos ingressos matriculados filtrados por turma e cidade



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Outra tela que tem bastante relevância no sistema é a dos egressos, que dispõe de informações dos egressos do curso BSI do IFMG-SJE (Figura 15).

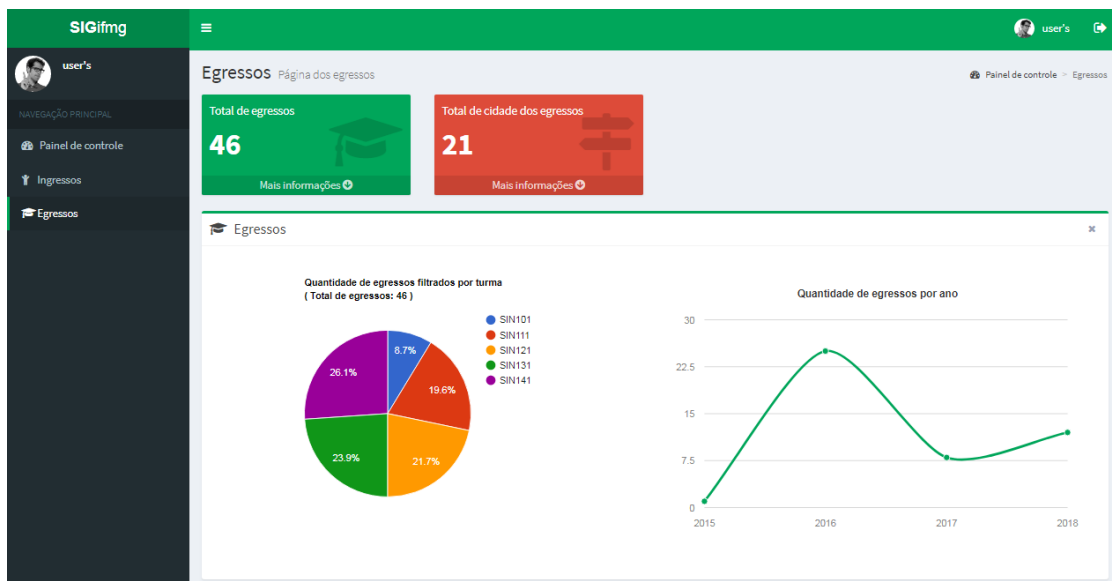
Figura 15 – Tela dos egressos



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Essa tela conta com gráficos com a quantidade de egressos filtrado por turma e também a quantidade de egressos por ano ao clicar sobre o caixa de total de egressos (Figura 16).

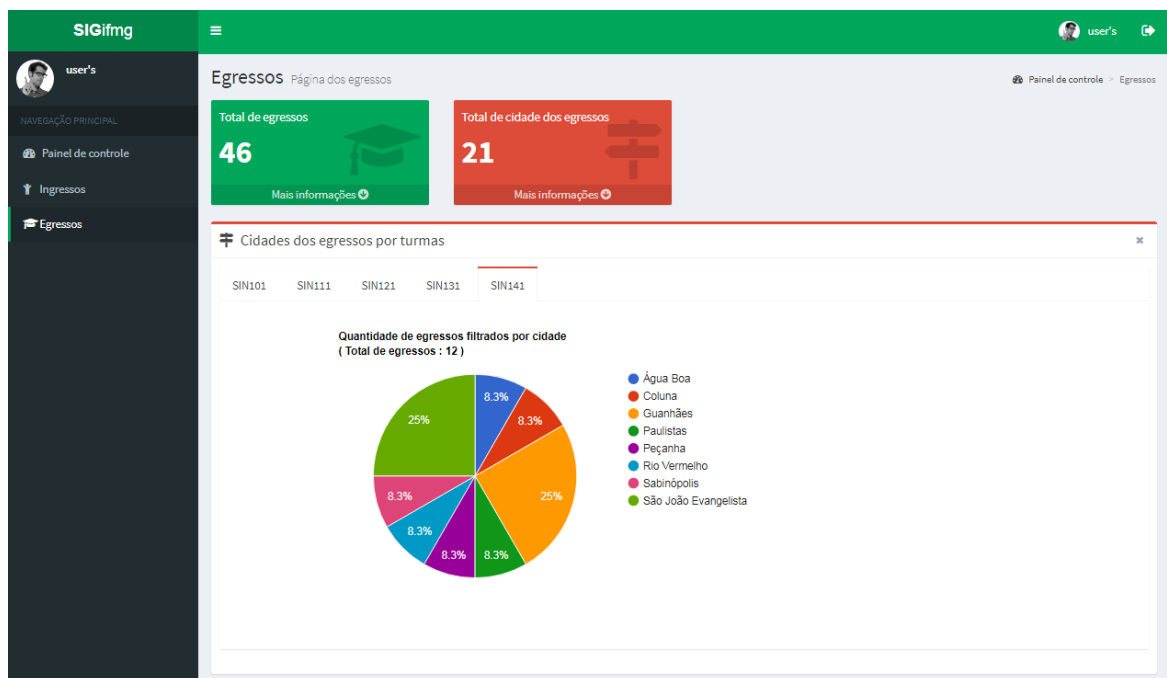
Figura 16 - Filtro de Total de egressos



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Os gráficos são úteis para o usuário se informar da quantidade de formados que tem por turma e também da quantidade que formou por ano. Ao clicar sobre a caixa de informação total de cidade dos egressos (Figura 17) é exibido um gráfico com a quantidade de egresso por cidade. Essa informação é relevante para o usuário se informar em qual cidade concentra-se a maior ou menor parte dos egressos.

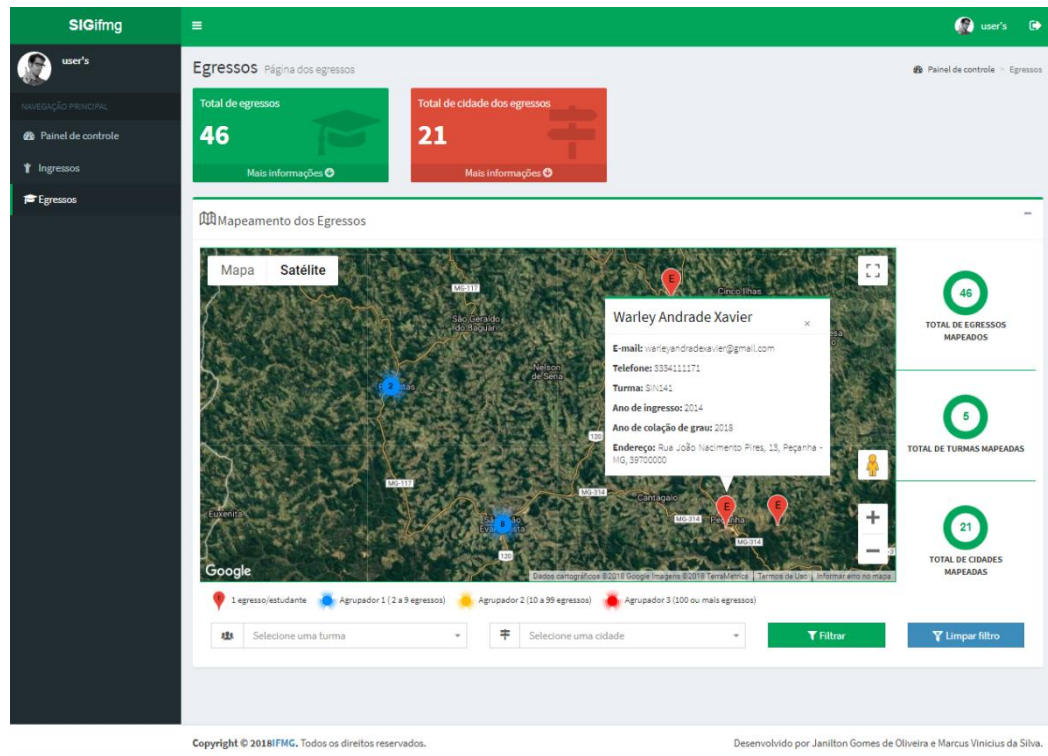
Figura 17 - Filtro de egresso por cidade



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

A funcionalidade de mapeamento dos egressos é relevante pelo fato de informar a localidade de residência dos egressos, ao colocar o cursor sobre um marcador é possível ver o nome de determinado indivíduo e ao clicar são exibidas informações diversas sobre ele, (Figura 18).

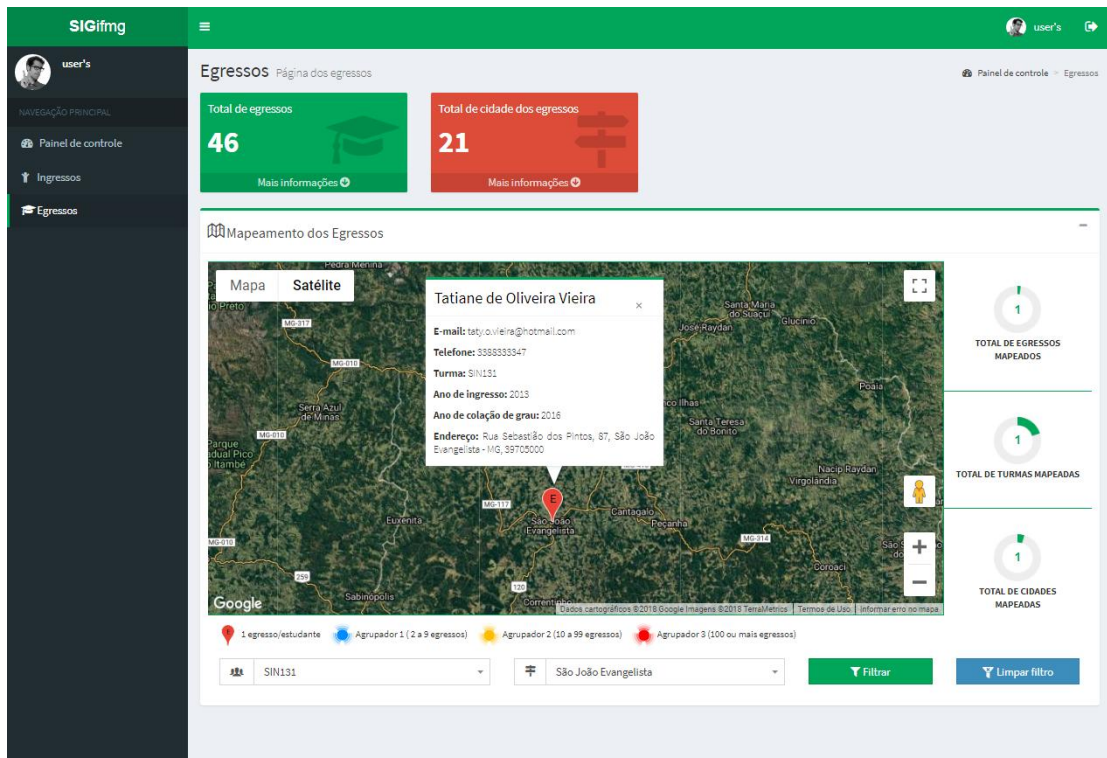
Figura 18 - Mapeamento dos egressos



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

O mapeamento dos egressos conta com as mesmas características do mapeamento de ingressos, porém o que difere um do outro são os dados do mapa, sendo que no mapeamento de ingressos tem dados somente de alunos matriculados e, no de egressos, somente de estudantes formados. Esses mapas seguem as mesmas características dos grupos de marcadores para deixar cada mapa mais amigável, o filtro por turma e cidade e a barra lateral que interage de acordo com os filtros (Figura 19). Vale ressaltar que a tela dos egressos e todas as suas funcionalidades são disponibilizadas para ambos os níveis de usuários.

Figura 19 - Mapeamento dos egressos matriculados filtrados por turma e cidade









Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Outra tela que se encontra no sistema é a de gerenciar usuários. Essa função almeja dar maior segurança ao sistema e é mostrado e liberado somente para usuários de nível Administrador, onde é possível adicionar um novo usuário, editar e excluir usuários cadastrados (Figura 20).

Figura 20 - Modulo de gerenciar usuários

Gerenciar Usuários Página de administração dos usuários

Lista de Usuários

ID	Nome	E-mail	Tipo	Data de cadastro	Ultimo acesso	Ativo	Ações
43	user's	user@gmail.com	Usuário	15/09/2018	14/11/2018 10:29:02	Sim	 
44	Marcus Vinicius	marcus@gmail.com	Administrador	12/10/2018	14/11/2018 10:48:53	Sim	 
45	nyto's	nyto@gmail.com	Administrador	03/11/2018	06/11/2018 20:42:23	Sim	 

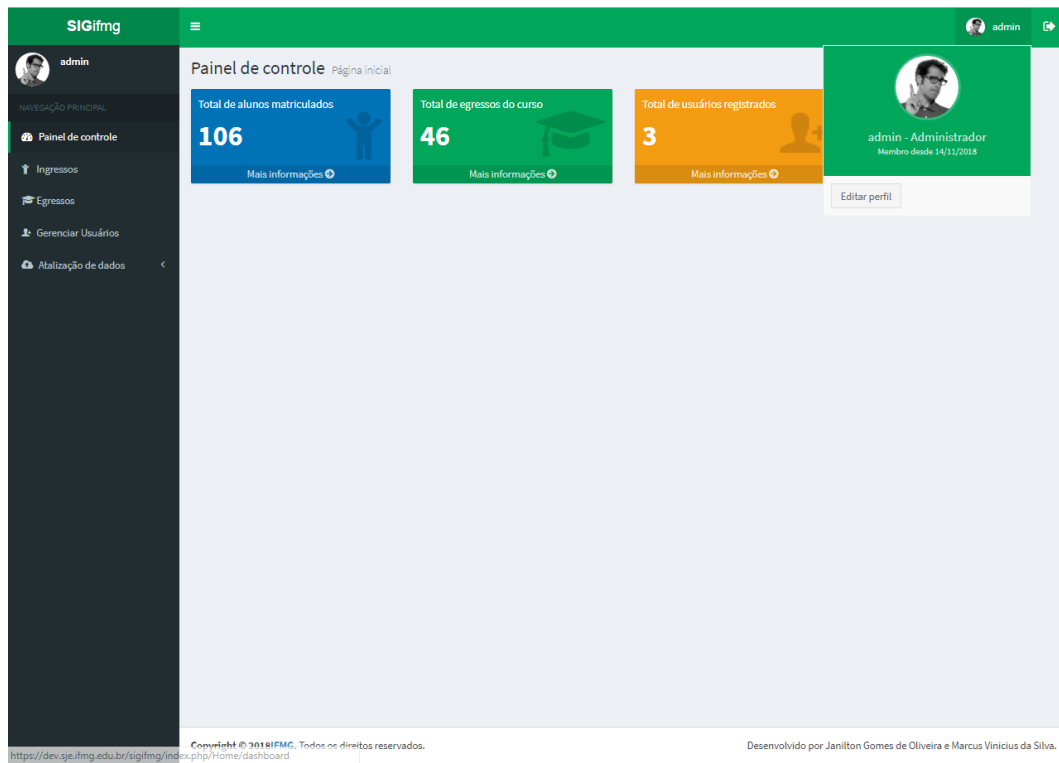
[Adicionar Novo Usuário](#) [Voltar](#)

Copyright © 2018|FMG. Todos os direitos reservados. Desenvolvido por Janilton Gomes de Oliveira e Marcus Vinicius da Silva.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Por questões de segurança, os administradores que estão com sessão ativa no sistema não são exibidos na listagem de usuários do sistema, caso o Administrador deseje alterar seu próprio perfil há um botão específico no topo da página na barra de topo (Figura 21). Essa funcionalidade é liberada para ambos os níveis de usuários.

Figura 21 - Edição de perfil do usuário logado no sistema



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Ao clicar no botão editar perfil, o usuário é redirecionado para a página editar do perfil, onde o usuário pode modificar diversas informações (Figura 22).

Figura 22 - Edição de perfil

The screenshot displays the 'Editar Perfil' (Edit Profile) page in the SIGifmg system. The page features a dark green header with the system name 'SIGifmg' and a user profile icon labeled 'admin'. A sidebar on the left provides navigation options: 'Painel de controle', 'Ingressos', 'Egressos', 'Gerenciar Usuários', and 'Atualização de dados'. The main content area is titled 'Editar Perfil' and contains a form for editing user data. The form includes the following fields and labels:

- Nome**: A text input field containing 'admin'. Below it, a note states: 'O nome deve conter de 3 a 15 caracteres.'
- E-mail**: A text input field containing 'admin@gmail.com'.
- Senha**: A password input field with masked characters (asterisks). Below it, a note states: 'A senha deve conter no mínimo 8 caracteres.'
- Confirme sua senha**: A text input field for confirming the password, currently empty.

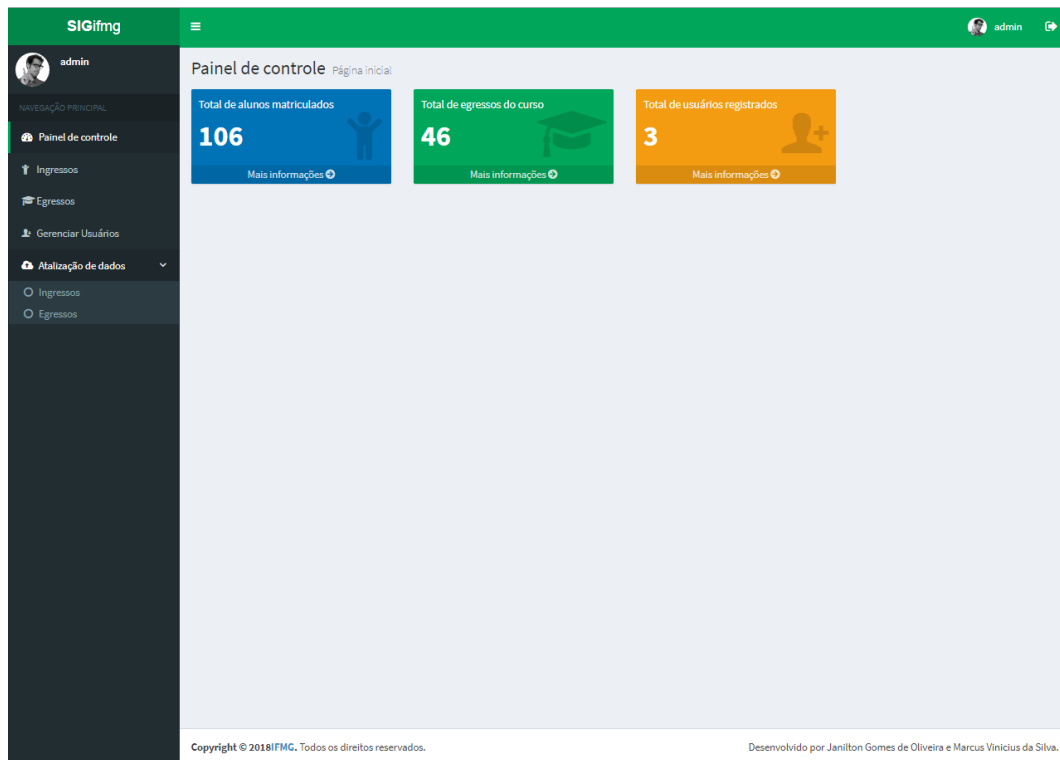
At the bottom of the form, there are two buttons: 'Salvar' (Save) in green and 'Descartar' (Cancel) in red. The footer of the page contains the text: 'Copyright © 2018 IFMG. Todos os direitos reservados.' and 'Desenvolvido por Janilton Gomes de Oliveira e Marcus Vinicius da Silva.'

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Como medidas de segurança para atualizar as informações, é necessário preencher o campo de confirmação de senha com a senha de acesso ao sistema.

Outra funcionalidade que se encontra no sistema e é acessada somente por administradores é a de atualização da base de dados que se dá por meio de um arquivo de planilha Excel salvo no formato XML. O sistema é composto por duas tabelas: ingressos e egressos, como se pode observar na barra lateral do menu principal de administradores (Figura 23).

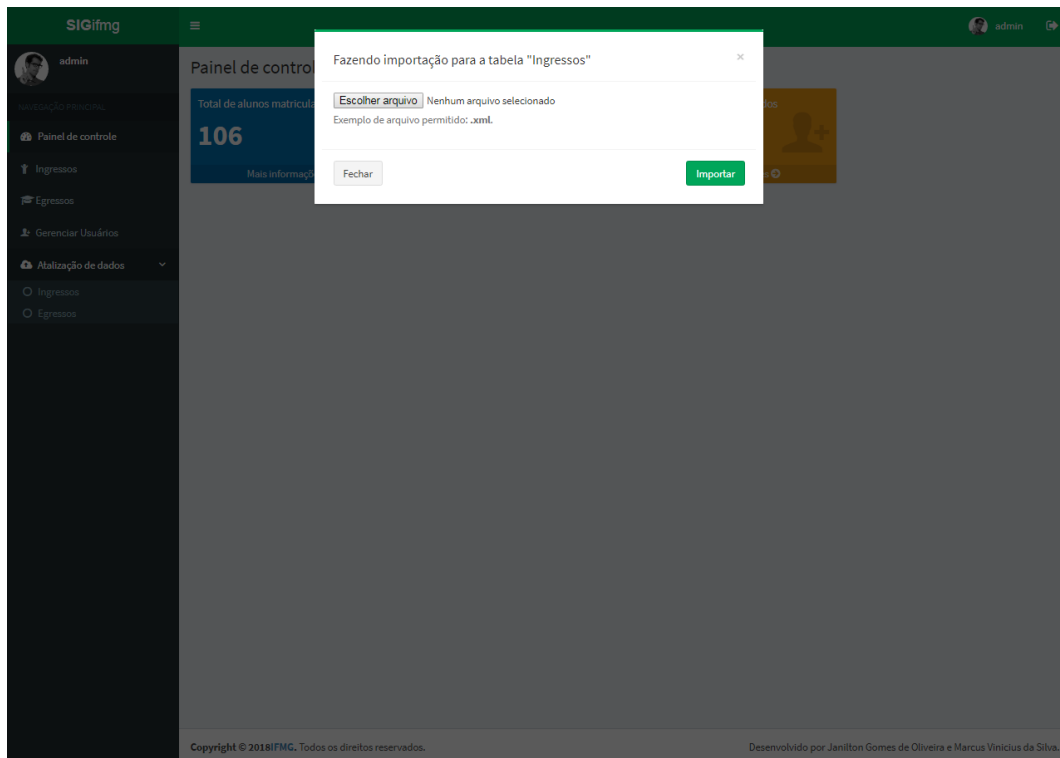
Figura 23 - Funcionalidade de Atualização de dados após ser clicada



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Ao clicar em um dos submenus de atualização de dados é aberto um modal com um campo de seleção de arquivo, que por questões de segurança, aceita somente arquivo no formato XML (Figura 24).

Figura 24 - Modal aberto após clicar no submenu Ingressos de Atualização de dados



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

## 4.2 ANÁLISE DE RESULTADOS

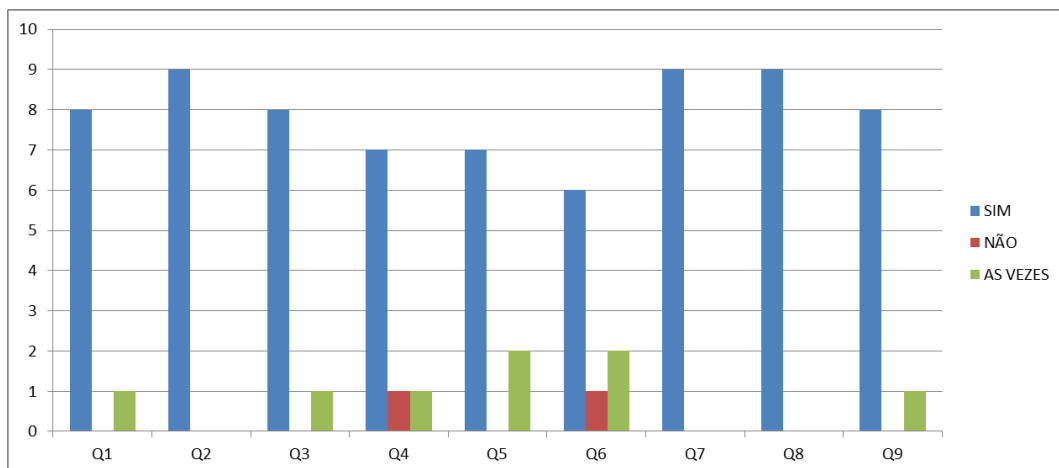
Durante o teste de usuário, pode-se notar que, o que mais chamou atenção dos usuários foi a sessão de mapeamento, que contém marcadores correspondentes a cada estudante. A informação que a maioria dos usuários achou relevante foi os gráficos de ingressos filtrados por *status* separados por turma, onde eram expostas as informações de estudantes matriculados, desligados, evadidos, formados, concluintes e transferidos.

Na sessão de mapeamento, notamos que a maioria dos usuários teve dificuldade de entender como os grupos de marcadores do mapa funcionavam, isto é, que se abria com um *clique do mouse*. Assim, alguns usuários simplesmente aumentavam o tamanho do mapa, ação que também abria os grupos, mas após um curto período de tempo percebiam que os grupos de marcadores eram clicáveis. Outro ponto que os usuários tiveram dificuldade de perceber foi o painel de informações que fica a direita da sessão de mapeamento que é atualizada de acordo com o filtro aplicado.

Uma ação solicitada ao usuário foi que informasse a quantidade de estudantes, cidades e turmas que foram mapeadas após a execução de um filtro, alguns usuários por estarem com sua atenção focada no mapa não notavam que estas informações estavam expostas na tela, alguns tentavam contar a quantidade de marcadores e cidades onde esses se encontravam, mas após enfrentarem certa dificuldade acabaram percebendo que o painel ao lado do mapa possuía essas informações.

As respostas do questionário de usabilidade aplicado aos nove usuários que participaram do teste foram analisadas de forma quantitativa, pois tratou de verificar a aceitação dos usuários em relação às heurísticas de usabilidade de um sistema Web, conforme apresentadas no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Resultados do teste de usabilidade



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Analisando os resultados, pode-se destacar que oito usuários da amostra responderam que a interface informa o que esta acontecendo no sistema. A respeito da flexibilidade e eficiência de uso, todos afirmaram que sim. Diante disso, podemos perceber que o sistema evita confundir o usuário e é simples e fácil de usar tanto para usuários leigos quanto para usuários com nível avançado de conhecimento em informática.

A questão de comunicação do sistema é coerente com a dos usuários, pois todos responderam positivamente. Em relação a ajudar aos usuários reconhecer e diagnosticar erros apenas oito usuários da amostra responderam que o ajudou, enquanto sete usuários da amostra responderam que o sistema previne erros. As respostas dessas questões pelos usuários permitem observar que o sistema apresenta diálogos simples com os usuários e os erros, na maioria das vezes, são justificados e acabam por auxiliar os usuários a resolvê-los.

Outras questões que chamaram a atenção no quesito de usabilidade foram: a liberdade e controle do usuário no sistema, visto que oito responderam que se sentiram livres para desfazer ou refazer qualquer ação. Com relação a estética e ao *design* minimalista do sistema, todos os usuários responderam positivamente, enquanto para consistência do sistema sete responderam que o sistema possui coerência e padronização. Com essas respostas podemos complementar que o sistema deixa o usuário livre para executar qualquer ação desejada e que o sistema não apresenta informações além das necessidades dos usuários.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SIGifmg está em funcionamento e pode ser acessado pelo link <https://dev.sje.ifmg.edu.br/sigifmg/>. Todos os objetivos e etapas propostas nesse projeto foram concluídos, mas há diversas funcionalidades que podem ser acrescentadas para agregar ainda mais informações que serão disponibilizadas pelo sistema.

O sistema teve boa aceitação por parte dos envolvidos, no teste de usuário, possibilitando a conclusão de que as informações geradas pelo sistema são de grande valia para o IFMG-SJE, que, até o momento, não tem nenhum sistema para o acompanhamento dos seus estudantes.

Os testes com os usuários agregaram muito para este trabalho com diversas novas ideias e melhorias que poderão ser feitas para deixar o sistema ainda mais rico e com novas informações. Como proposta de trabalhos futuros, pretende-se desenvolver um módulo em que os próprios egressos entrariam com suas informações atualizadas no sistema. Além disso, propomos implementar novos gráficos, dados estatísticos e relatórios que atendam as demandas do IFMG-SJE.

## REFERÊNCIAS

BRAVO, João Vitor Meza; SLUTER, Claudia Robbi. O PROBLEMA DA QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS NA ERA DAS INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS VOLUNTÁRIAS. **Boletim de Ciências Geodésicas**, [S.l.], v. 21, n. 1, mar. 2015. ISSN 1982-2170. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/40443/24675>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

CÂMARA, Gilberto e DAVIS, Clodoveu. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. Disponível em:<<http://150.163.34.249/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.14.10/doc/cap3-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

CODEIGNITER. **Welcome to CodeIgniter**. 2018. Disponível em: <[https://www.codeigniter.com/user\\_guide/general/welcome.html](https://www.codeigniter.com/user_guide/general/welcome.html)> Acesso em: 05 nov. 2018.

COMPUTER. **QuickStudy**: Application Programming Interface (API). Disponível em: <[http://www.computerworld.com/s/article/43487/Application\\_Programming\\_Interface](http://www.computerworld.com/s/article/43487/Application_Programming_Interface)> Acesso em: 02 mar. 2018.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Sham. **Sistemas de banco de dados**. 6. ed. São Paulo: Person, 2011.

FLANAGAN, David. **JavaScript**. O guia definitivo. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

JQUERY. **O que é jQuery?**. Disponível em: <<http://jquery.com/>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

KRUG, Steve. **Não me faça pensar**: Uma abordagem de bom senso à usabilidade na web. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Alta Books, 2006.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

LONGLEY, Paul A. *et al.* **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATTAR, João. **Metodologia científica na era da informática**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

MELLO, Leandro Cícero da Silva. **Metodologia e Técnica de Pesquisa: Levantamento de Requisitos**. 2010. Disponível em:<[http://www.ice.edu.br/TNX/encontrocomputacao/artigos-internos/aluno\\_leandro\\_cicero\\_levantamento\\_de\\_requisitos.pdf](http://www.ice.edu.br/TNX/encontrocomputacao/artigos-internos/aluno_leandro_cicero_levantamento_de_requisitos.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MILANI, André. **MySQL-guia do programador**. Novatec Editora, 2007. Disponível em:<<https://books.google.com.br/books?id=81EwMDA-pC0C&lpg=PA19&ots=xOAla2oS4G&dq=o%20guia%20pratico%20do%20MySQL&lr&hl=pt-BR&pg=PA19#v=onepage&q=o%20guia%20pratico%20do%20MySQL&f=false>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

NEVES, Pedro; RUAS, Rui. **O guia prático do MySQL**. Lisboa: Centro Atlântico, 2005. Disponível em:<<http://www.centroatl.pt/titulos/tecnologias/imagens/excerto-e-book-caoguiapracicodomySQL.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018

NIEDERAUER, Juliano. **Desenvolvendo Websites com PHP: aprenda a criar Websites dinâmicos e interativos com PHP e banco de dados**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Novatec, 2011.

NIEDERAUER, Juliano. **Web Interativa com Ajax e PHP**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2013. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=ShZoDQAAQBAJ&lpg=PA4&dq=web%20interativa%20com%20ajax%20e%20php&hl=pt-BR&pg=PA4#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

OLIVEIRA, G. A.; CAVALCANTE, S. C. M.; POLLI, L. S. **Geochapada**: Cartografia Turística e SIG Web no Parque Nacional da Chapada Diamantina – Bahia, Brasil, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, n° 6, 2016, Recife. **Anais...** Recife: [s. n.], 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/319880966\\_GEOCHAPADA\\_CARTOGRAFIA\\_TURISTICA\\_E\\_SIG\\_WEB\\_NO\\_PARQUE\\_NACIONAL\\_DA\\_CHAPADA\\_DIAMANTINA\\_-\\_BAHIA\\_BRASIL](https://www.researchgate.net/publication/319880966_GEOCHAPADA_CARTOGRAFIA_TURISTICA_E_SIG_WEB_NO_PARQUE_NACIONAL_DA_CHAPADA_DIAMANTINA_-_BAHIA_BRASIL)>. Acesso em: 17 abr. 2018.

OLIVEIRA, Luiz Rodolfo Marques. **Princípios de Sistemas de Informação**. São Paulo: Sol, 2011. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/25687922/sistemas-de-informacao>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

OLIVIERO, Carlos A. J. **Faça um site: PHP 5.2 com MySQL 5.0**: Comércio eletrônico: orientado por projeto / Carlos A. J. Oliviero. -- 1. ed. -- São Paulo: Érica, 2010.

PEREIRA, Alexandre; POUPA, Carlos. HTML. In: PEREIRA, Alexandre; POUPA, Carlos. **Linguagens Web**. 6. ed. Lisboa: Sílabo, 2017. cap. 1, p. 23-28. Disponível em: <<https://static.fnac-static.com/multimedia/PT/pdf/9789726189138.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 8 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=wexzCwAAQBAJ&lpg=PR1&ots=0NXIkLKu3Z&dq=engenharia%20de%20software%20modelagem&lr&hl=pt-BR&pg=PR4#v=onepage&q=engenharia%20de%20software%20modelagem&f=false>> Acesso em: 18 abr. 2018.

PRIMO, Alex. **O aspecto relacional das interações na Web 2.0**. E- Compós (Brasília), v. 9, p. 1-21, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/limc/PDFs/web2.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

RAMAKRISHNAN, Raghu; GEHRKE, Johannes. **Sistemas de gerenciamento de banco de dados-3**. AMGH Editora, 2008. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=COUJpkH5v38C&lpg=PR7&ots=0X03KIX2Ty&dq=Sistemas%20de%20gerenciador%20de%20banco%20de%20dados&lr=lang\\_pt&hl=pt-BR&pg=PR4#v=onepage&q=Sistemas%20de%20gerenciador%20de%20banco%20de%20dados&f=true](https://books.google.com.br/books?id=COUJpkH5v38C&lpg=PR7&ots=0X03KIX2Ty&dq=Sistemas%20de%20gerenciador%20de%20banco%20de%20dados&lr=lang_pt&hl=pt-BR&pg=PR4#v=onepage&q=Sistemas%20de%20gerenciador%20de%20banco%20de%20dados&f=true)>. Acesso em: 02 maio 2018.

RAMALHO, José Antônio. **HTML Avançado**. São Paulo: Makron Books, 1997.

REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. **Tecnologia da informação: aplicada a sistemas de informação empresariais**. 8. ed., rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2011.

ROB, Peter; CORONEL, Carlos. **Sistemas de banco de dados: projeto, implementação e gerenciamento**. Tradução: All Tasks. Revisão Técnica: Ana Paula Appel. 8ª Edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, p. 6, 2011. Disponível em: <[https://issuu.com/cengagebrasil/docs/9788522107865\\_sistemas-de-banco-de-dados](https://issuu.com/cengagebrasil/docs/9788522107865_sistemas-de-banco-de-dados)> Acesso em: 02 maio 2018.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**, Uberlândia, 2013. Disponível em: <[http://professor.ufabc.edu.br/~flavia.feitosa/cursos/geo2016/AULA5-ELEMENTOSMAPA/Apostila\\_Geop\\_rrosa.pdf](http://professor.ufabc.edu.br/~flavia.feitosa/cursos/geo2016/AULA5-ELEMENTOSMAPA/Apostila_Geop_rrosa.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SANTOS JUNIOR, W. M.; COSTA, V. C. **Geoinformação: disponibilização e qualidade de dados apresentados em ambiente de sistema e informação geográfica na internet (SIGWEB)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 3470-3478. Internet. ISBN 978-85-17-0076-8. IBI: <8JMKD3MGP6W34M/3JM4BNG>. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP6W34M/3JM4BNG>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

SILVA, Maurício Samy - **Fundamentos de HTML 5 e CSS3**. São Paulo: Novatec, 2015. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=2iPYCQAAQBAJ&lpg=PA19&ots=OtcNh8bpzh&dq=livro%20de%20css3&lr&pg=PA6#v=onepage&q=livro%20de%20css3&f=false>> Acesso em 19 abr. 2018.

SILVA, Maurício Samy. **Construindo sites com CSS e (X)HTML: sites controlados por folhas de estilo em cascata**. São Paulo: Novatec, 2008.

SILVA, Ricardo. **Desenvolvimento de uma aplicação de exploração de informação geográfica baseada em serviços Google Maps**. 2015. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Sistema de Informação Geográfica Tecnologias e Aplicações, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015. Disponível em: <[https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/22420/1/ulfc115944\\_tm\\_Ricardo\\_Silva.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/22420/1/ulfc115944_tm_Ricardo_Silva.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2018.

SIQUEIRA, Douglas. Bootstrap: Uma solução rápida para sites web. In: III ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DO PIAUÍ, n 1, 2017, Piauí. **Anais...** Piauí: [s. n.], jun. 2017. v.1. Disponível em: <<http://www.eripi.com.br/2017/images/anais/minicursos/12.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2011. Tradução Ariovaldo Griesi. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

VIANA, Marco Polo Monteiro. **Webdeveloper**: arquitetura da internet e servidores web. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.

W3C. **Cascading Style Sheets home page**. Disponível em: <<https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html#translations>>. Acesso em: 16 abr. 2018.