



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

DANIEL MARQUES VASCONCELOS GUIMARÃES

**UM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO PARA DETECÇÃO DE PROBLEMAS
URBANOS PARA A CIDADE DE CAMPINA GRANDE**

**CAMPINA GRANDE
2017**

DANIEL MARQUES VASCONCELOS GUIMARÃES

**UM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO PARA DETECÇÃO DE PROBLEMAS
URBANOS PARA A CIDADE DE CAMPINA GRANDE**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de concentração: Análise e desenvolvimento de sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Costa de Alencar.

**CAMPINA GRANDE
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

G963s Guimarães, Daniel Marques Vasconcelos.

Um sistema de apoio a decisão para detecção de problemas urbanos para a cidade de Campina Grande [manuscrito] / Daniel Marques Vasconcelos Guimarães. - 2017.

52 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Vladimir Costa de Alencar, Departamento de Computação".

1. Problemas urbanos. 2. Sistema de informação. 3. Mapeamento urbano. 4. Gestão municipal. 5. PHP. I. Título.

21. ed. CDD 006.66

DANIEL MARQUES VASCONCELOS GUIMARÃES

**UM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO PARA DETECÇÃO DE
PROBLEMAS URBANOS PARA A CIDADE DE CAMPINA
GRANDE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
em Ciência da Computação da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito à
obtenção do título de Bacharel em Ciência da
Computação.

Aprovada em 25 de Maio de 2017.

Vladimir Costa de Alencar

Prof. DSc. Vladimir Costa de Alencar
Orientador(a)

Isaque Alves de Lyra

Prof. MSc. Isaque Alves de Lyra (UEPB)
Examinador(a)

Marcelo José Siqueira C. de Almeida

Prof. DSc. Marcelo José Siqueira C. de Almeida (IFPB)
Examinador(a)

Ao meu pai Edgley Marques Guimarães, a minha mãe Maria José Vasconcelos Guimarães, ao meu irmão Mateus Marques Vasconcelos Guimarães, a minha irmã Larissa Marques Vasconcelos Guimarães, dedico por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, por sempre me acompanhar em todos os momentos da minha vida e me dar forças durante toda esta caminhada difícil e árdua.

Mas, preciso agradecer as duas pessoas mais importantes da minha vida, a minha mãe, dona Maria José Vasconcelos Guimarães, quem me deu a vida, me protegeu, cuidou, educou e me amou. Também ao meu pai, o senhor Edgley Marques Guimarães, que foi o suporte e alicerce de nossa família, que nunca deixou faltar nada e fez de tudo para dar educação para seus filhos, que também cuidou, esteve presente, amou de uma maneira indescritível a nossa família.

Aos meus irmãos, Larissa Marques Vasconcelos Guimarães e Mateus Marques Vasconcelos Guimarães, que foram companheiros da minha vida, me fizeram e me fazem rir, chorar algumas vezes (risos), dividiram alegrias, tristezas, frustrações, bagunças, completando a nossa família com o jeito único de ser de cada um.

Aos professores Vladimir Alencar e Camila Sarmiento, que me deram suporte e sempre ajudavam com o que estava aos seus alcances para o desenvolvimento e finalização deste Trabalho de Conclusão de Curso, sou grato a ambos. Também aos professores Antônio Carlos, Heron Aragão, Eduardo Veloso por marcarem minha vida acadêmica. Ao professor José Carlos Mota (in memoriam), pois foi mais que um professor, foi um verdadeiro amigo, me orientando com ótimos conselhos em momentos difíceis.

Também não posso esquecer de alguns professores que fizeram parte da minha vida durante a época de escola. Não querendo ser injusto com os demais, mas agradeço a professora Railda por ter feito a maior de todas as tarefas de um professor, me ensinou a ler e a escrever. A professora Núbia que foi uma segunda mãe, amiga e me fez gostar de estudar, da primeira até quarta série do ensino fundamental.

Agradeço a professora Liliane, a melhor professora de geografia, quis assim o destino, me acompanhar desde a 5ª série do ensino fundamental até a minha formação no ensino médio, sinto saudades de suas aulas. Aos professores Rivaildo e Genailson, ambos me fizeram gostar de matemática de um jeito indescritível e influenciaram minha formação e a escolher o curso de computação na universidade.

A Achilles Pedro, Alisson Santos, Eleonilia Monteiro, Jaqueline Amorim, Kawe Romero, Maria Oliveira; por testar o Sistema desenvolvido neste TCC, mas principalmente querendo ser justo, um agradecimento especial a Larissa Lira e Luana Janaína por diversos

relatos de erros e um ótimo feedback proporcionado, me incentivando com propostas de melhorias. Muito obrigado.

A todos os amigos presentes que conheci na universidade, sei que não daria para colocar o nome de cada um, mas agradeço a todos, em especial a Rodrigo Brazão, Ítalo Siqueira, Sidney Pimentel, Bruno Clementino, Lukas Teles, Luana Janaína, Davi Abrantes, Lucas Miranda, Melquisedec Andrade, Waléria Camilo, José Fábio, Alcinael Fernandes, Alisson Santos, Adalberto (Betinho), Jaqueline Amorim, José Chaves, Kawe Romero, Larissa Lira, Jéssika Azevedo, Lucas Barbosa, Rodrigo Andrade, Pedro Henrique, Maianara do Ó, Maria Oliveira, Eleonilia Monteiro, Isis Angelis, Aureliana Lelis e Higor Dias.

In memoriam aos meus avós Nair e Inácio Guimarães, a minha avó Maria, ao meu tio Lula, a minha tia Côca e ao meu primo Kristopher Steiner. Saudades, esta reunião é para vocês.

“Não se pode aprender nada de uma lição que não venha acompanhada da dor. Já que não se pode conseguir nada sem um sacrifício. Mas quando se aguenta essa dor e a supera, as pessoas conseguem um coração forte que não perde para nada. Sim, um coração como o aço.”
(Edward Elric)

RESUMO

Nos dias atuais os Sistemas de Informação estão cada vez mais presentes em todas as áreas cuja necessidade se torna imprescindível com a informatização dos sistemas que antes utilizavam métodos manuais escritos e que se deterioram ao decorrer do tempo. Embora os problemas ambientais urbanos não sejam recentes, somente nas últimas décadas começaram a fazer parte da consciência pública, sobretudo em função da escala e da gravidade por eles assumidas. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um Sistema de Apoio à Decisão para o mapeamento, análise e auxílio na resolução dos problemas urbanos da cidade de Campina Grande, sendo um protótipo inicial que servirá para auxiliar os gestores municipais. A solução desenvolvida foi o sistema CGEO, um sistema web para detecção de problemas urbanos pela população. O sistema foi desenvolvido baseado no paradigma funcional utilizando a linguagem de programação PHP juntamente com as ferramentas de geolocalização e geocodificação do Google Maps Javascript API, possibilitando a visualização dos problemas dentro da visualização das ruas do Google Maps, como também fora através dos mapas. A avaliação do sistema foi feita diretamente pelos usuários que reportaram erros, melhorias e sugestões. Os resultados da avaliação mostraram que o problema urbano mais notado pela população é o de roubos e furtos, acompanhado por problemas da área de transporte, também é alarmante que os problemas da área de saúde e educação, sejam os menos perceptíveis diante da população da cidade de Campina Grande.

Palavras-Chave: Problemas urbanos, Sistema de informação, Mapeamento urbano, Gestão municipal, PHP.

ABSTRACT

Nowadays Information Systems are increasingly present in all areas whose need becomes indispensable with the computerization of systems that used manual written methods and deteriorate over time. Although urban environmental problems are not recent, only in the last decades have they begun to be part of public awareness, especially in light of the scale and gravity they have assumed. This work aims to develop a Decision Support System for the mapping, analysis and assistance in solving the urban problems of the city of Campina Grande, being an initial prototype that will serve to assist municipal managers. The solution developed was the CGEO system, a web system for detecting urban problems by the population. The system was developed based on the functional paradigm using the PHP programming language along with the geolocation and geocoding tools of the Google Maps Javascript API, allowing the visualization of the problems within the visualization of the streets of Google Maps, as well as through the maps. The evaluation of the system was done directly by the users who reported errors, improvements and suggestions. The results of the evaluation showed that the urban problem most noticed by the population is robbery and robbery, accompanied by transport problems, it is also alarming that the problems of health and education are the least noticeable before the population of the city of Campina Grande.

Keywords: Urban problems, Information system, Urban mapping, City management, PHP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo de Vida do Software	27
Figura 2 – Diagrama de Caso de Uso do sistema CGEO	30
Figura 3 – Diagrama de Representação da Base de Dados	35
Figura 4 – Chave do Google Maps API	35
Figura 5 – Tela da Página Inicial do sistema CGEO	36
Figura 6 – Tela da Página de Cadastro do Problema Urbano do sistema CGEO	37
Figura 7 – Tela da Página de Estatísticas do sistema CGEO	39
Figura 8 – Tela da Página de Perguntas Frequentes do sistema CGEO	40
Figura 9 – Tela da Página da Equipe do sistema CGEO	41
Figura 10 – Tela da Página de Atualizações do sistema CGEO	42
Figura 11 – Informações estatísticas do Google Maps API do sistema CGEO	43
Figura 12 – Quantidade de usuários e sua respectiva média de idade	44
Figura 13 – Resultados da classificação do usuário por escolaridade	44
Figura 14 – Resultados da classificação dos usuários por sexo	45
Figura 15 – Quantidade e status dos problemas urbanos	46
Figura 16 – Quantidade de problemas urbanos por categoria	47
Figura 17 – Problemas urbanos por quantidade de cadastros	48
Figura 17 – Mapa de incidência de problemas urbanos na cidade de Campina Grande	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias de Informação Geográfica do Espaço Geográfico Brasileiro	21
Tabela 2 – Bairros que residem os usuários do sistema CGEO	45
Tabela 3 – Quantidade de problemas urbanos por bairros	48

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

%	Porcentagem
API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheets
DSS	Decision Support System
GB	Gigabytes
GIS	Geographical Information Systems
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MEC	Ministério da Educação e Cultura
OMS	Organização Mundial da Saúde
PHP	Hypertext Preprocessor
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SDSS	Spatial Decision Support Systems
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SSD	Sistemas de Suporte a Decisões
STTP	Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos
TB	Terabytes
URL	Uniform Resource Locator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO DO PROJETO	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivo Específico	15
1.2	JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO PROBLEMA	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO	16
2.2	SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÕES ESPACIAIS	17
2.3	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	18
2.4	CATEGORIZAÇÃO DOS PROBLEMAS URBANOS	18
2.4.1	Abastecimento de Água e Saneamento Básico	21
2.4.2	Educação e Cultura	21
2.4.3	Energia e Comunicações	22
2.4.4	Saúde e Serviço Social	23
2.4.5	Segurança Pública	23
2.4.6	Sistema de Transporte	24
3	METODOLOGIA	25
3.1	INTRODUÇÃO DO DOCUMENTO DE REQUISITOS	26
3.1.1	Propósito do Documento de Requisitos	26
3.1.2	Escopo do Produto	26
3.1.3	Definições, Acrônimos e Abreviaturas	27
3.1.4	Prioridade dos Requisitos	27
3.2	DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA	27
3.2.1	Perspectiva do Produto	28
3.2.2	Funções do Produto	28
3.2.3	Características do Usuário	28
3.2.4	Restrições Gerais	28
3.3	REQUISITOS FUNCIONAIS (CASOS DE USO)	28
3.3.1	[RF001] – Visualizar mapa com plotagem dos problemas urbanos	29
3.3.2	[RF002] – Cadastrar Problema Urbano	30
3.3.3	[RF003] – Visualizar as estatísticas	30
3.3.4	[RF004] – Reportar problemas urbanos resolvidos	30
3.3.5	[RF005] – Visualizar as perguntas frequentes	31
3.3.6	[RF006] – Visualizar as atualizações do sistema CGEO	31
3.3.7	[RF007] – Visualizar os dados da equipe de desenvolvimento	32
3.3.8	[RF008] – Plotar os marcadores do Google Maps API	32
3.3.9	[RF009] – Gerar estatísticas	32
3.4	REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS	33
3.4.1	[RNF001] - Requisitos de Portabilidade	33
3.4.2	[RNF002] - Requisitos de Espaço	33
3.4.3	[RNF003] - Requisitos de Implementação	33
3.5	MODELO DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO	33

3.6	GOOGLE MAPS API	34
3.7	PROTÓTIPO	34
3.7.1	Página Inicial	35
3.7.2	Página de Cadastro do Problema Urbano	36
3.7.3	Página de Estatísticas	37
3.7.4	Página de Perguntas Frequentes	38
3.7.5	Página da Equipe	39
3.7.6	Página de Atualizações	40
4	RESULTADOS	41
4.1	ESTATÍSTICAS DOS USUÁRIOS	42
4.2	ESTATÍSTICAS DOS PROBLEMAS URBANOS	45
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A relação intrínseca que existe entre os assentamentos urbanos e o seu suporte físico sempre provocou impactos, negativos ou positivos. Embora os problemas ambientais urbanos não sejam recentes, somente nas últimas décadas começaram a fazer parte da consciência pública, sobretudo em função da escala e da gravidade por eles assumidas (Silva & Travassos, 2008).

Nos países em desenvolvimento e, especialmente no Brasil, pode-se dizer que a institucionalização da questão ambiental urbana não apresentou reflexos concretos nas cidades. Há uma distância considerável entre o discurso contido nas agendas e documentos e a realidade socioambiental dessas cidades, que resulta, dentre outros, da incapacidade de conceber políticas públicas que levem em conta não somente o efeito, mas também suas causas (Silva & Travassos, 2008).

Os Sistemas de Suporte a Decisões (SSD) ou Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) têm se destacado nos últimos anos, como ferramentas baseadas na utilização intensiva de bases de dados e modelos simplificados da realidade (matemáticos, conceituais ou heurísticos). Estes sistemas têm avançado na interface facilitada entre usuários e computador e têm sido aplicados a diversos tipos de atividade humana em que a tomada de decisão é um problema complexo (Sprague & Carlson, 1982; Klein & Methle, 1990; Sage, 1991; Sprague & Watson, 1996 apud Rufino, 2004, p. 17).

Estes sistemas, entretanto, foram concebidos para *apoiar ou dar suporte* à tomada de decisão que em última instância, sempre será um ato humano (RUFINO, 2004).

O sistema ajuda o usuário a explorar o problema de decisão, de um modo interativo e recursivo, em todas as fases do processo de tomada de decisão. Os SADs, em caso algum, não deverão substituir o decisor (ou decisores), apenas deverão fornecer elementos para apoiar e fundamentar a sua decisão (CABRAL, 2001 apud Alencar, 2009, p. 32).

Nesse sentido, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com seus recursos de gerenciamento e visualização das informações, de análises e inferências espaciais, podem ser utilizados como Sistemas de Suporte à Decisão Espaciais (SDSS, do inglês: Spatial Decision Support Systems) para apoio à gestão, auxiliando em todas as fases de um processo decisório, (RUFINO, 2004).

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um SAD, denominado de CGEO, utilizado para auxílio na detecção e resolução de problemas urbanos na cidade de Campina Grande, localizada no estado da Paraíba – Brasil.

1.1 OBJETIVO DO PROJETO

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um Sistema de Apoio à Decisão para o mapeamento, análise e auxílio na resolução dos problemas urbanos da cidade de Campina Grande.

1.1.2 Objetivo Específico

- Modelar uma base de dados geográfica;
- Alimentar uma base de dados com informações sobre o usuário e os problemas urbanos da cidade de Campina Grande.
- Gerar estatísticas das informações dos problemas urbanos da cidade de Campina Grande.
- Visualizar através de mapas o local dos problemas urbanos da cidade de Campina Grande.
- Reportar os problemas urbanos da cidade de Campina Grande que foram resolvidos.

1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO PROBLEMA

Situada na Zona Oriental do Planalto da Serra da Borborema, no trecho mais alto de suas escarpas, a cidade de Campina Grande apresenta uma privilegiada localização, equidistante em relação a todos os principais centros do Nordeste (Rodrigues, Gaudêncio & Silvestre, 1996).

Campina Grande é a maior e mais importante cidade do interior do Norte/Nordeste do Brasil. Polariza um universo de cinco microrregiões homogêneas (Rodrigues, Gaudêncio & Silvestre, 1996). Com uma população estimada de 407.754 habitantes de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016).

Concentrando uma vasta região, estendendo sua influência de cidade-mercado por vários estados. Campina Grande apresenta hoje, orgulhosamente, a fisionomia de um Centro Urbano Moderno e berço da Ciência e da Tecnologia de ponta em Software, e uma vocação

econômica coureiro-calçadista e cultural, contando, ainda, com várias universidades, faculdades e institutos de pesquisa (Rodrigues, Gaudêncio & Silvestre, 1996).

Em tempos atuais, a população da cidade de Campina não possui uma forma, ferramenta ou método simples e rápido para expor problemas urbanos detectados no cotidiano. A atual forma de detectar um problema urbano na cidade de Campina Grande é através da percepção do cidadão e a comunicação através de algum órgão público.

Outras formas informais de denunciar os problemas urbanos são através de programas de rádio e de televisão das emissoras locais.

Os métodos, formas e ferramentas anteriormente citados não possuem um canal de comunicação com o cidadão para disponibilizar uma resposta do município quanto ao problema urbano reportado, o que faz com que eles permaneçam sem solução por diversos anos ou décadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Porto (2002 apud Alencar, 2009) descreve SAD como “sistemas computacionais que têm por objetivo ajudar indivíduos que tomam decisões na solução de problemas não estruturados (ou parcialmente estruturados)”. Problemas não estruturados são aqueles para os quais não existem soluções através de algoritmos bem definidos e ocasiona não serem facilmente tratáveis por computador. Em consequência, a solução destes problemas exige uma estreita interação entre homem e máquina, fato que constitui uma das principais características dos SAD.

Segundo Turban (1990 apud Alencar, 2009), suas principais características são:

1. Incorporam dados e modelos;
2. São sistemas desenhados para ajudar os gestores nos seus processos de decisão, no que se refere a problemas semi-estruturados (ou não estruturados);
3. Auxiliam, mas não substituem, avaliações de gestão; e
4. Têm como objetivo melhorar a eficácia das decisões e não a eficiência com que as decisões são tomadas.

O objetivo do sistema é o de melhorar a eficácia do processo de tomada de decisão. A eficácia máxima é atingida quando se consegue incorporar conhecimentos de decisor e

programas baseados em computador, no processo de tomada de decisão. Para ser eficaz, o sistema deverá ser de fácil utilização, de modo a evitar uma separação funcional dos papéis do analista e da pessoa encarregada de tomar a decisão (Goodchild, 1993 apud Alencar, 2009).

Em Carlsson e Turban (2002 apud Alencar, 2009), é dado um “panorama” dos Sistemas de Apoio a Decisão para a próxima década, onde é relatado uma grande interação com a Internet, e foca em 4 pontos: (i) os métodos e instrumentos para resolver problemas não-estruturados e semi-estruturados; (ii) os sistemas interativos que utilizam exaustivamente a Internet; (iii) os sistemas direcionados para o usuário final que nos quais são ótimos para decisores e (iv) a separação de dados e modelos nas aplicações no qual promete gerar uma maior eficiência na modelagem.

2.2 SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÕES ESPACIAIS

De acordo com RUFINO (2004), algumas vezes, o problema a ser solucionado exige uma decisão que depende diretamente das características espaciais das informações envolvidas. Em outros momentos, a decisão a ser tomada é por si só um *dado espacial* como, por exemplo, uma localização espacial mais adequada/mais apropriada para a instalação de um certo equipamento, ou grande obra. Nesse contexto, pode-se denominar o sistema deste tipo podem apresentar características diferenciadas tais como descreve Malczewski (1997 apud Rufino, 2004):

- Um grande número de alternativas de decisão;
- O resultado ou consequência das alternativas de decisão são sempre **variáveis espaciais**;
- Cada alternativa é avaliada com base em múltiplos critérios;
- Alguns destes critérios podem ser quantitativos, outros qualitativos;
- Há normalmente mais de um tomador de decisão (ou grupo de interesse) envolvidos no processo decisório;
- Os tomadores de decisão apresentam preferências diferenciadas com respeito à importância relativa de cada critério e às consequências das decisões;
- As decisões são frequentemente cercadas de incertezas das mais diversas fontes;

As pesquisas em Sistemas de Suporte à Decisão Espaciais (do Inglês: SDSS – Spatial Decision Support Systems) se desenvolveram paralelamente ao advento dos Sistemas de

Suporte à Decisão (do Inglês: DSS – Decision Support System). Os SDSS estão historicamente associados à necessidade de ampliação dos recursos dos GIS (Geographical Information Systems) na solução de problemas espaciais de decisão, problemas estes, complexos e não estruturados (Densham & Goodchild, 1989 apud Rufino, 2004).

2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Segundo Huxhold (1991 apud Gonçalves, 2005), “um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma coleção de informações tecnológicas, dados e procedimentos usados para coletar, armazenar, manipular, analisar e apresentar mapas e informações descritivas sobre objetos que podem ser representados no mapa”.

Para Maguire et al (1991 apud Gonçalves, 2005), em um SIG, a realidade é representada como uma série de características definidas de acordo com dois elementos de dados. Os dados geográficos, também chamados de locais são usados para dar referência a um atributo, também chamado de não locacional.

Vale salientar que o “Web-based GIS” ou o “SIG colaborativo” já é uma realidade, e o principal objetivo das pesquisas nesse sentido tem sido oferecer um ambiente colaborativo para problemas com variáveis de decisão espaciais (Rinner, 2003; Rinner & Malczewski, 2003 apud Rufino, 2004).

Foote & Lynch (1996 apud Rufino, 2004) consideram um SIG um sistema que possui um banco de dados digitais para fins específicos. Estes sistemas são relacionados a outras aplicações de banco de dados, mas com uma diferença importante: *toda a informação em um SIG é vinculada a um sistema de referência espacial*. Outras bases de dados podem conter informação locacional (como endereços de rua ou códigos de endereçamento postal), mas uma base de dados de SIG usa georeferências como o meio primário de armazenar e acessar a informação.

2.4 CATEGORIZAÇÃO DOS PROBLEMAS URBANOS

A sociedade moderna utiliza cada vez mais a informação como subsídio à tomada de decisão, balizada em uma nova arquitetura tecnológica, econômica, social, ambiental, política, organizacional e de gestão coletiva em um processo de reestruturação global (CONCAR, 2010).

Uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) deve definir padrões para os dados que a compõe. Um padrão pode ser apresentado na forma de uma Especificação Técnica. Dentre as

especificações da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) deve estar presente uma que defina apropriadamente a estrutura empregada na aquisição e armazenamento de informações geoespaciais, que permita a disseminação e a disponibilização, otimizando assim o seu compartilhamento, e maximizando a utilidade dos recursos da Tecnologia da Informação, nos diferentes níveis de governo, no setor privado, no terceiro setor, na comunidade acadêmica e na sociedade como um todo (CONCAR, 2010).

Na modelagem conceitual dos dados geoespaciais, as ocorrências (instâncias) são representadas por *classes de objetos* de mesma natureza e funcionalidade. Estas classes foram agrupadas em *categorias de informação*, cuja premissa básica para este agrupamento é o aspecto funcional comum (CONCAR, 2010).

Na tabela 1 estão definidas de forma genérica as categorias de informação:

Seção	Categoria	Definição
Seção 1	Hidrografia	Categoria que representa o conjunto das águas interiores e oceânicas da superfície terrestre, bem como elementos, naturais ou artificiais, emersos ou submersos, contidos nesse ambiente.
Seção 2	Relevo	Categoria que representa a forma da superfície da Terra e do fundo das águas tratando, também, os materiais expostos, com exceção da cobertura vegetal.
Seção 3	Vegetação	Categoria que representa, em caráter geral, os diversos tipos de vegetação natural e cultivada.
Seção 4	Sistema de Transporte	Categoria que agrupa o conjunto de sistemas destinados ao transporte e deslocamento de carga e passageiros, bem como as estruturas de suporte ligadas a estas atividades.
Seção 5	Energia e Comunicações	Categoria que representa as estruturas associadas à geração, transmissão e distribuição de energia, bem como as de comunicação.
Seção 6	Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Categoria que agrupa o conjunto de estruturas associadas à captação, ao armazenamento, ao tratamento e à distribuição de água, bem como as relativas ao saneamento básico.
Seção 7	Educação e Cultura	Categoria que representa as áreas e as edificações associadas à educação e ao esporte, à cultura e ao lazer.
Seção 8	Estrutura Econômica	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas atividades para produção de bens e serviços que, em geral, apresentam resultado econômico.
Seção 9	Localidades	Categoria que representa os diversos tipos de concentração de habitações humanas.
Seção 10	Pontos de Referência	Categoria que agrupa as classes de elementos que servem como referência a medições em relação a superfície da Terra ou de fenômenos naturais.

Seção 11	Limites	Categoria que representa os distintos níveis político-administrativos e as áreas especiais; áreas de planejamento operacional, áreas particulares (não classificadas nas demais categorias), bem como os elementos que delimitam materialmente estas linhas no terreno.
Seção 12	Administração Pública	Categoria que representa as áreas e as edificações onde são realizadas as atividades inerentes ao poder público.
Seção 13	Saúde e Serviço Social	Categoria que representa as áreas e as edificações relativas ao serviço social e à saúde.

Tabela 1 - Categorias de Informação Geográfica do Espaço Geográfico Brasileiro

Fonte: CONCAR, 2010

Dentre as treze categorias padronizadas pela INDE, apenas cinco delas foram utilizadas na categorização dos problemas urbanos através do sistema CGEO, isto deve-se ao fato que a maioria das categorias não possuem alguma referência científica de problemas urbanos detectados em suas áreas. As cinco categorias restantes, com problemas urbanos referenciados cientificamente foram:

1. Abastecimento de Água e Saneamento Básico;
2. Educação e Cultura;
3. Energia e Comunicações;
4. Saúde e Serviço Social;
5. Sistema de Transporte;

Por seguinte, uma nova categoria de problema urbano não descrita na padronização da INDE foi acrescida, os problemas urbanos da área de Segurança Pública.

Rosa & Arent (2016) reiteram que o tema de segurança pública é algo que tem grande relevância na vida do cidadão moderno. A discussão sobre o assunto não está restrita apenas aos bancos acadêmicos, sendo rotineiro em conversas e discussões.

Quando falamos do tema de segurança pública, grande parte das pessoas se esquece que têm papel fundamental para sua melhoria, seja passivamente, observando normas de segurança para que não sejam vítimas de crimes, ou seja de forma ativa, participando dos conselhos de segurança do bairro, de reuniões envolvendo órgãos públicos e a comunidade (Rosa & Arent, 2016).

Após o estudo da categorização dos problemas urbanos, outro estudo foi realizado para definir os problemas urbanos das seis (6) categorias acima utilizadas e esclarecidos nos tópicos abaixo.

2.4.1 Abastecimento de Água e Saneamento Básico

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiente (Ribeiro & Rooke, 2010).

Os problemas de saúde pública e de poluição do meio ambiente obrigaram a humanidade a encontrar soluções de saneamento para a coleta e o tratamento de esgotos, para o abastecimento de água segura para o consumo humano, para a coleta e o tratamento dos resíduos sólidos e para a drenagem das águas de chuva (Ribeiro & Rooke, 2010).

Entrando em acordo com Ribeiro & Rooke (2010), os problemas urbanos na área de abastecimento de água e saneamento básico a serem utilizados pelo sistema CGEO, foram então definidos:

1. Problemas de abastecimento de água;
2. Problemas de sistema de esgoto;
3. Disposição do lixo;
4. Área de alagamento durante as chuvas;
5. Falta de coleta de lixo domiciliar;

2.4.2 Educação e Cultura

Em 2004, a Ação Educativa, com apoio do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e do Ministério da Educação e Cultura (MEC), publicou os Indicadores da Qualidade na Educação – Indique, instrumento de autoavaliação que visa o envolvimento de toda a comunidade escolar em processos de melhoria da qualidade da educação (Ribeiro & Gusmão, 2011).

Os indicadores são avaliados pelos diversos segmentos da comunidade reunidos em grupos heterogêneos pela discussão de perguntas que refletem situações, práticas e atitudes presentes nas escolas. Feita a avaliação, as comunidades escolares priorizam seus problemas e elaboram um plano de ação para solucionar os problemas prioritários (Ribeiro & Gusmão, 2011).

Foram cinco os problemas mais citados na dimensão Ambiente Físico Escolar: 1) falta de cuidado com o espaço físico escolar; 2) mal aproveitamento do que existe; 3) falta de materiais e espaços adequados para a prática de esporte e atividades lúdicas/recreativas (Ribeiro & Gusmão, 2011).

A definição dos problemas urbanos na área de Educação e Cultura para o sistema CGEO, de acordo com Ribeiro & Gusmão (2011), ficaram assim organizados:

1. Escola com estrutura física precária;
2. Escola sem acessibilidade para deficientes físicos;
3. Escola sem área esportiva;

2.4.3 Energia e Comunicações

A falta de acesso à energia elétrica na sociedade atual induz a assimetrias sociais nas condições e qualidade de vida, alimentando a permanência da pobreza, freando o crescimento econômico, incentivando o fluxo migratório para as grandes cidades e minando as esperanças de certas camadas da população perante o futuro (NADAUD, 2012).

De acordo com Naudad (2012), a energia elétrica deve, portanto, ser vista como um ativo econômico que permite a ampliação da capacidade produtiva, fator determinante para o desenvolvimento econômico e o aumento da qualidade de vida da população. Segundo MACHADO (2006 apud NADAUD, 2012), *“mais que iluminar residências, a energia elétrica deverá ser alocada também no uso produtivo, ainda que apenas para subsistência”*.

Inicialmente, é importante esclarecer que a responsabilidade pela prestação do serviço de iluminação pública é da prefeitura municipal. Isso foi estabelecido no art. 30, inciso V da Constituição Federal (ANEEL, 2016).

Em alguns municípios, as prefeituras contrataram a distribuidora que fornece elétrica para também prestar o serviço de operação e manutenção de iluminação pública (ANEEL, 2016).

Na área de telecomunicações, especificamente no estado da Paraíba, a situação é crítica. Segundo levantamento do Centro de Apoio Operacional às Promotorias do Consumidor, mais da metade dos 223 municípios apresentam problemas de sinal, provocando interrupções nas ligações (Jornal da Paraíba, 2012).

As operadoras de telefonia na Paraíba foram alvo de ações e multas da Promotoria do Consumidor e do Procon de João Pessoa do Estadual por panes, falta de cobertura de sinal e até cobranças indevidas (Jornal da Paraíba, 2012).

Considerando a união de problemas urbanos da área de Energia e da área de Comunicação, de acordo com o estudo realizado, ficou definido os seguintes problemas urbanos utilizados no sistema CGEO:

1. Falta de iluminação pública;
2. Poste de iluminação defeituoso;
3. Problema de fornecimento de energia elétrica;
4. Falta de fornecimento de linhas de telefonia;
5. Falta ou ausência de sinal de telefonia;

2.4.4 Saúde e Serviço Social

Em seus primórdios as principais áreas de atuação do SIG estavam mais relacionadas com a geografia e a cartografia, no auxílio à confecção de mapas e atlas e para a coleta e análise de dados geográficos de seus países às agências governamentais responsáveis (SOUZA JR. Et al, 2009 apud Bongioiolo, 2010).

Entretanto um dos campos de utilização do SIG que mais crescem atualmente é na área da Saúde Pública. Alguns dos exemplos de uso de SIG na Saúde Pública são: controle, avaliação e auxílio ao combate de epidemias (TERRAZAS, 2005 apud Bongioiolo, 2010); avaliação dos serviços de saúde (CARVALHO & PINA & SANTOS, 2000 apud Bongioiolo, 2010); análise da urbanização e do ambiente e avaliação de sua correlação com a saúde das populações (CARVALHO & PINA & SANTOS, 2000 apud Bongioiolo, 2010).

É neste contexto que o SIG pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar a melhorar os serviços da Saúde Pública, isso se deve a suas características que permitem que os dados coletados sejam armazenados e analisados conforme sua localização no mundo real. Isso faz com que os órgãos e indivíduos envolvidos na área da Saúde Pública tenham uma visão mais “real” de como os serviços de saúde estão sendo disponibilizados à população e possam dirigir suas ações conforme as situações analisadas (Bongioiolo, 2010).

Portanto, na área de Saúde e Serviço Social, entrando em acordo com o texto acima, foram definidos os seguintes problemas urbanos a serem utilizados no sistema CGEO:

1. Posto de saúde com estrutura precária;
2. Falta de cobertura pelas equipes básicas de saúde;
3. Foco de insetos transmissores de doenças;

2.4.5 Segurança Pública

Embora o crime e a violência façam parte da sociedade desde que ela existe, nos dias atuais eles tomam relevo importantíssimo por vários fatores, como a sociedade de consumo, a mídia, a impunidade e a inoperância estatal em prover um Estado de bem-estar social digno, com educação, lazer, saúde, saneamento básico, entre outras necessidades (Rosa & Arent, 2016).

Essa falta do Estado é sentida principalmente no campo da segurança pública, que acaba por se tornar o gargalo de inúmeros problemas sociais, que se transformam em problemas policiais. Todavia, não existe saída mágica, já que problemas complexos demandam soluções complexas (Rosa & Arent, 2016).

O crime e a violência são ameaças a todas as classes, os homicídios dolosos são os que mais amedrontam a população. Entretanto, os crimes que afetam o patrimônio, como roubos e furtos, também causam uma sensação generalizada de insegurança e medo, os quais produzem danos tanto psicológicos como sociais (Soares, 2006 apud Rosa & Arent, 2016).

Outro meio ou alternativa para a prevenção do crime e da violência, é a aplicação efetiva do policiamento ostensivo, pois a presença do policial inibirá a atitude delituosa, ou seja, o infrator não se sentirá confortável para cometer o ilícito. O policiamento remete a atividade desenvolvida por policiais uniformizados que, de forma visível, cobrem determinada área geográfica e, que, com sua presença cria no senso comum das pessoas a sensação de que a onipresença policial “espantará” ou afastará o delinquente (Rolim, 2009 apud Rosa & Arent, 2016).

Seguindo os preceitos de Rosa & Arent (2016), foram então definidos os seguintes problemas urbanos na área de Segurança Pública a serem utilizados no sistema CGEO:

1. Falta de policiamento;
2. Local com alto índice de roubos e furtos;

2.4.6 Sistema de Transporte

Na área de transporte evidencia-se a utilização de SIG como ferramenta de auxílio para resolução de diferentes tipos de problemas: gerência de pavimentos, planejamento viário, transporte coletivo, rodoviário e de carga, engenharia do tráfego, localização de facilidades e planejamento de transportes (MENESES, 2003 apud Cruz & Campos, 2005).

Baseado com a generalização das várias subáreas dos problemas urbanos da área de Sistema de Transporte, e a pouca especificação dos problemas urbanos, foi realizado um contato

com a Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos (STTP) da cidade de Campina Grande e foram explicitados alguns problemas utilizados em alguns sistemas da própria STTP:

1. Rua ou avenida sem pavimentação;
2. Buracos na rua ou avenida;
3. Falta ou má sinalização de trânsito;
4. Nenhuma ou poucas linhas de transporte público;
5. Problemas com travessia;
6. Problemas com ponte;

Reiterando que os problemas definidos acima se encaixam nas diversas subáreas demonstradas de acordo com Meneses (2003 apud Cruz & Campos, 2005).

3 METODOLOGIA

De acordo com Sommerville (2007), um modelo de processo de software é uma representação abstrata de um processo de software. Cada modelo de processo representa um processo sob determinada perspectiva e, dessa forma, fornece somente informações parciais sobre esse processo.

O *modelo em cascata* considera as atividades fundamentais do processo, compreendendo especificação, desenvolvimento, validação e evolução, e as representa como fases de processo separadas, tais como especificação de requisitos, projeto de software, implementação, teste e assim por diante (Sommerville, 2007).

Neste projeto, o modelo em cascata foi utilizado para o desenvolvimento do software CGEO. Seguindo os princípios de Sommerville (2007), o resultado de cada fase consiste de um ou mais documentos aprovados. A fase seguinte não deve começar antes que a fase anterior tenha terminado. Na prática, esses estágios se sobrepõem e trocam informações entre si.

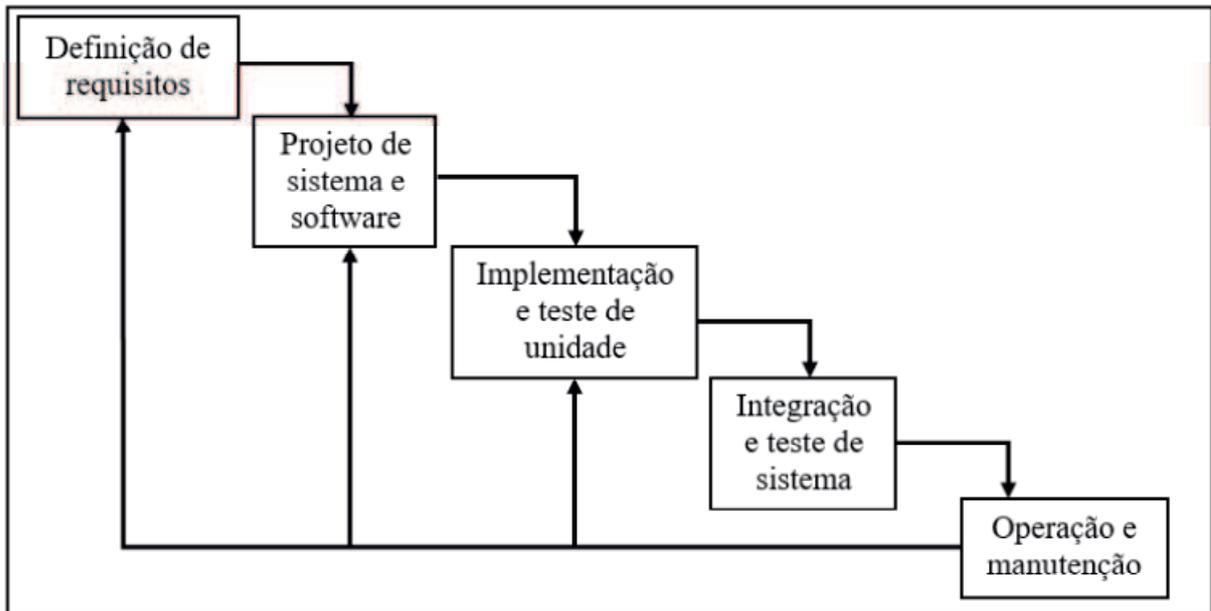


Figura 1 - Ciclo de Vida do Software

Fonte: Sommerville, 2008

3.1 INTRODUÇÃO DO DOCUMENTO DE REQUISITOS

3.1.1 Propósito do Documento de Requisitos

Este documento especifica os requisitos do sistema CGEO, fornecendo aos desenvolvedores as informações necessárias do projeto e sua implementação.

3.1.2 Escopo do Produto

O sistema CGEO é um SAD que tem como objetivo principal a visualização dos problemas urbanos e a geração de análises estatísticas da cidade de Campina Grande. Os problemas urbanos serão inseridos no sistema pelos usuários que poderão acessar o sistema CGEO e adicionar problemas urbanos detectados no seu cotidiano.

O CGEO é um sistema web voltado para computadores, onde qualquer pessoa que possua um browser instalado no seu computador poderá acessar através da Internet.

Qualquer usuário poderá utilizar ou acessar gratuitamente o sistema CGEO sem a necessidade de cadastro permanente ou login e poderá adicionar os problemas urbanos detectados no seu cotidiano.

3.1.3 Definições, Acrônimos e Abreviaturas

Por convenção do Methodology Explorer (2002), a referência a requisitos será feita através do nome da subseção onde eles estão descritos, seguidos do identificador do requisito, de acordo com a especificação a seguir: [*identificador do requisito*] – *título do requisito*.

Por exemplo, o requisito funcional [*RF002*] – *Cadastrar problema urbano* deve estar descrito na seção identificada pelos requisitos funcionais pelo número [RF002]. Já o requisito não-funcional [*NF001*] – *Requisitos de Portabilidade* deve estar descrito na seção de requisitos não-funcionais de Hardware, pelo número [NF001].

Os requisitos devem ser identificados com um identificador único. A numeração inicia com o identificador [RF001] ou [NF001] e prossegue sendo incrementada à medida que forem surgindo novos requisitos (Serra, 2005).

3.1.4 Prioridade dos Requisitos

Para estabelecer a prioridade dos requisitos, foram adotadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável” (Methodology Explorer, 2002).

- **Essencial:** é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm que ser implementados impreterivelmente.
- **Importante:** é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.
- **Desejável:** é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

3.2 DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

Utilizando a ferramenta, o usuário poderá cadastrar os problemas urbanos que são detectados no seu cotidiano de uma maneira intuitiva, eficiente e rápida.

A ferramenta irá conter um mapa vinculado a uma chave de projeto do Google Maps Javascript API (2017) com as marcações dos problemas urbanos já detectados e inseridos por todos os usuários.

3.2.1 Perspectiva do Produto

O sistema CGEO não faz parte e também não é relacionado com nenhum outro sistema encontrado no mercado. É uma iniciativa particular e própria para melhorar a detecção de problemas urbanos de forma ágil.

3.2.2 Funções do Produto

Através do CGEO será possível visualizar os problemas urbanos na cidade de Campina Grande cadastrados pelos usuários, cadastrar novos problemas urbanos, visualizar as estatísticas, ler as perguntas frequentes feitas pelos usuários, informar-se sobre a equipe de desenvolvimento e as atualizações que são feitas no sistema ao decorrer do tempo.

3.2.3 Características do Usuário

Qualquer usuário que possua um computador ou dispositivo móvel (compatível com as atuais tecnologias do Google Maps) com um browser instalado, conexão a Internet, conhecimentos básicos em informática e ter no mínimo doze anos de idade conforme a Lei 8.069, de 1990, do Estatuto da Criança e do Adolescente, está apto a utilizar o sistema CGEO.

3.2.4 Restrições Gerais

O sistema CGEO é voltado para a Internet, hospedado em servidor e pode ser acessado de qualquer plataforma que possua um browser e conexão com a Internet. Não é um aplicativo para dispositivos móveis, mas possui um comportamento semelhante quando acessado de um dispositivo móvel.

O acesso através de dispositivos móveis é possível desde que o mesmo seja compatível com as atuais tecnologias do Google Maps e possua aceitação de Javascript.

3.3 REQUISITOS FUNCIONAIS (CASOS DE USO)

Neste item serão apresentados os requisitos funcionais que especificam ações que um sistema deve ser capaz de executar. A seguir, é apresentado o diagrama de caso de uso do sistema CGEO.

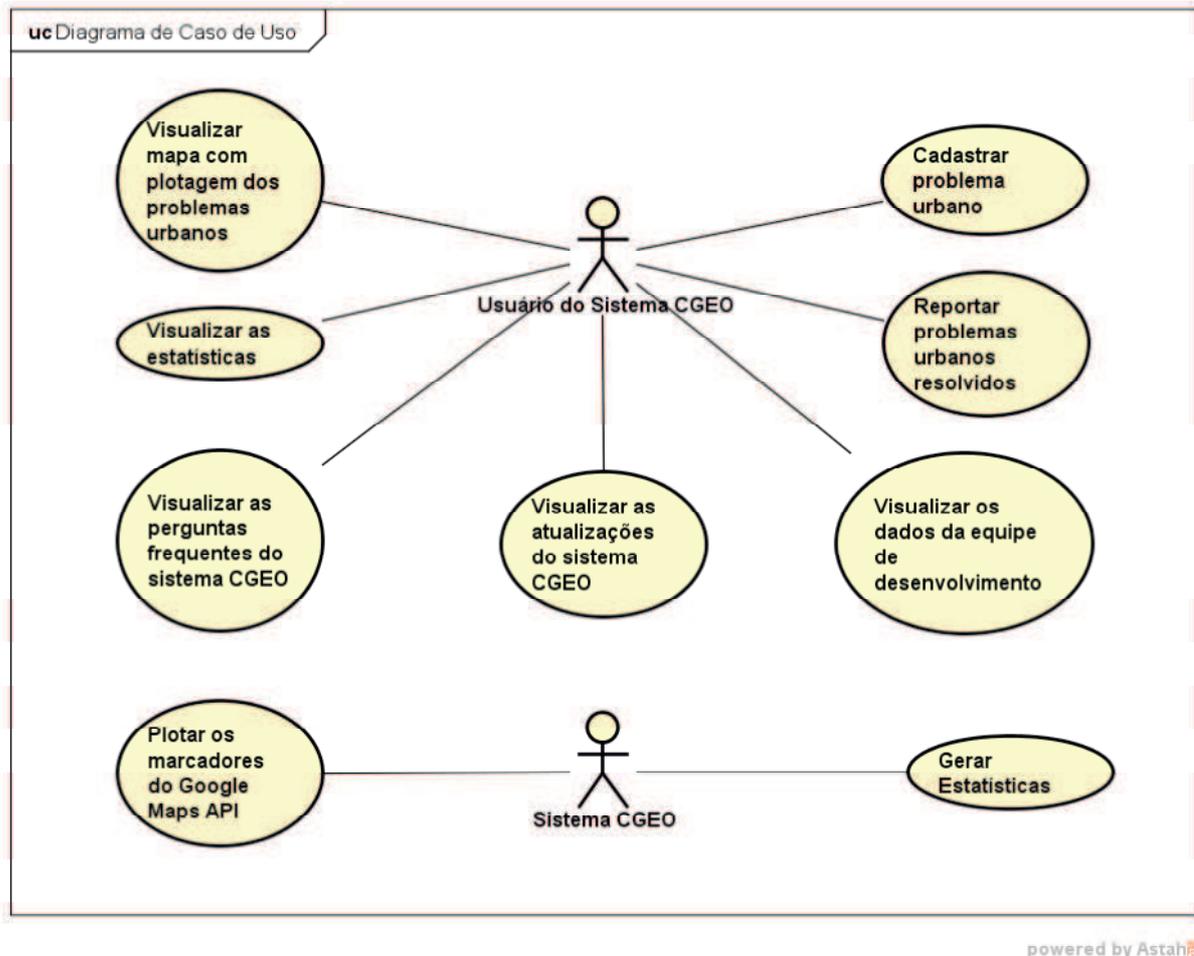


Figura 2 - Diagrama de Caso de Uso do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

3.3.1 [RF001] – Visualizar mapa com plotagem dos problemas urbanos

- **Título do caso de uso:** Visualizar mapa com plotagem dos problemas urbanos.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO exiba na página principal, tanto para usuários cadastrados, como para usuários não-cadastrados, o mapa da cidade de Campina Grande com a plotagem de todos os problemas urbanos cadastrados por todos os usuários do sistema CGEO.

- **Prioridade:** Essencial.
- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página inicial do sistema CGEO.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização do mapa da cidade de Campina Grande, através da ferramenta Google Maps com a plotagem de todos os problemas urbanos cadastrados no sistema CGEO por todos os usuários.

3.3.2 [RF002] – Cadastrar Problema Urbano

- **Título do caso de uso:** Cadastrar problema urbano.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite que um usuário cadastre um problema urbano.
- **Prioridade:** Essencial.
 - **Entradas e pré-condições:** Acessar a página de Cadastro de Problemas Urbanos e informar o nome do usuário, a idade do usuário, o bairro em que reside o usuário, o sexo do usuário, a escolaridade do usuário, o local do problema urbano, a categoria do problema urbano e o nome do problema urbano, confirmar as informações clicando na caixa de confirmação e clicar no botão de cadastrar o problema urbano.
- **Saídas e pós-condições:** O problema urbano é cadastrado no sistema, posteriormente plotado no mapa da página inicial e em seguida são atualizadas as estatísticas.

3.3.3 [RF003] – Visualizar as estatísticas

- **Título do caso de uso:** Visualizar as estatísticas.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO exiba na página de estatísticas os gráficos com os dados referentes aos usuários que cadastraram ao menos um problema urbano e aos dados relativos aos problemas urbanos.
- **Prioridade:** Importante.
- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página inicial do sistema CGEO.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização dos gráficos e tabelas de estatísticas referentes aos usuários e aos problemas urbanos.

3.3.4 [RF004] – Reportar problemas urbanos resolvidos

- **Título do caso de uso:** Reportar problemas urbanos resolvidos.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite que qualquer usuário que acesse o sistema CGEO, reporte um problema urbano que ele verificou que foi resolvido.
- **Prioridade:** Essencial.
- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página inicial do sistema CGEO, visualizar nas informações o número do problema urbano, inserir o número do problema urbano a ser reportado no campo e clicar no botão enviar.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização de uma mensagem de confirmação que o problema foi reportado ou não, junto com a alteração do status do problema caso o mesmo problema urbano tenha sido reportado por no mínimo dez (10) vezes, afim de evitar que possam alterar o status de um problema rapidamente com um único reporte, ou descuido do usuário, e também por garantia que outros usuários reportem que determinado problema urbano foi resolvido.

3.3.5 [RF005] – Visualizar as perguntas frequentes

- **Título do caso de uso:** Visualizar as perguntas frequentes do sistema CGEO.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO exiba na página de Perguntas Frequentes, as perguntas e dúvidas mais feitas pelos usuários enviadas para o desenvolvedor do sistema CGEO.
- **Prioridade:** Desejável.
- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página de Perguntas Frequentes do sistema CGEO.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização das perguntas frequentes feitas pelos usuários e as respectivas respostas do sistema CGEO.

3.3.6 [RF006] – Visualizar as atualizações do sistema CGEO

- **Título do caso de uso:** Visualizar as atualizações do sistema CGEO.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO exiba as atualizações do sistema.
- **Prioridade:** Desejável.

- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página de atualizações do sistema CGEO.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização das atualizações do sistema CGEO de acordo com as sugestões e problemas reportados pelos usuários.

3.3.7 [RF007] – Visualizar os dados da equipe de desenvolvimento

- **Título do caso de uso:** Visualizar os dados da equipe de desenvolvimento.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO exiba as informações da equipe de desenvolvimento do CGEO.
- **Prioridade:** Desejável.
- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página da equipe do sistema CGEO.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização dos dados pessoais da equipe de desenvolvimento do sistema CGEO.

3.3.8 [RF008] – Plotar os marcadores do Google Maps API

- **Título do caso de uso:** Plotar os marcadores do Google Maps API.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO plote todos os marcadores dos problemas urbanos cadastrados no mapa da página inicial.
- **Prioridade:** Essencial.
- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página inicial do sistema CGEO, estabelecer a conexão com o banco de dados, executar a query para selecionar os dados, inserir os dados dentro do arquivo mapa.php.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização dos marcadores dos problemas urbanos junto com as informações de cada problema urbano.

3.3.9 [RF009] – Gerar estatísticas

- **Título do caso de uso:** Gerar estatísticas.
- **Descrição do caso de uso:** Este caso de uso permite o sistema CGEO gere as estatísticas referentes aos dados dos usuários e dos problemas urbanos armazenados.
- **Prioridade:** Essencial.

- **Entradas e pré-condições:** Acessar a página de estatísticas do sistema CGEO, estabelecer a conexão com o banco de dados, executar todas as consultas para selecionar os dados, inserir os dados dentro de cada script dos gráficos, tabelas e do mapa.
- **Saídas e pós-condições:** Visualização dos gráficos, tabelas e mapas com as estatísticas geradas no exato instante.

3.4. REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

3.4.1 [RNF001] - Requisitos de Portabilidade

O sistema CGEO deverá executar em qualquer plataforma de computador que possua um browser e conexão com a Internet, com exceção para os dispositivos móveis, pois devido a diversidade das resoluções de telas dos mesmos, não existe uma confirmação de comportamento equivalente as plataformas de computadores. Outro problema com os dispositivos móveis é a compatibilidade com as atuais tecnologias do Google Maps.

3.4.2 [RNF002] - Requisitos de Espaço

O sistema CGEO possui um limite máximo de 1.5 GB (gigabytes) de tamanho do espaço ocupado em servidor. O banco de dados não possui limite de tamanho ou espaço. O tráfego usado mensalmente possui um limite máximo de 999.99 TB (terabytes).

3.4.3 [RNF003] - Requisitos de Implementação

O sistema CGEO deverá ser desenvolvido em HTML (linguagem de marcação), CSS, Javascript e PHP.

3.5 MODELO DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO

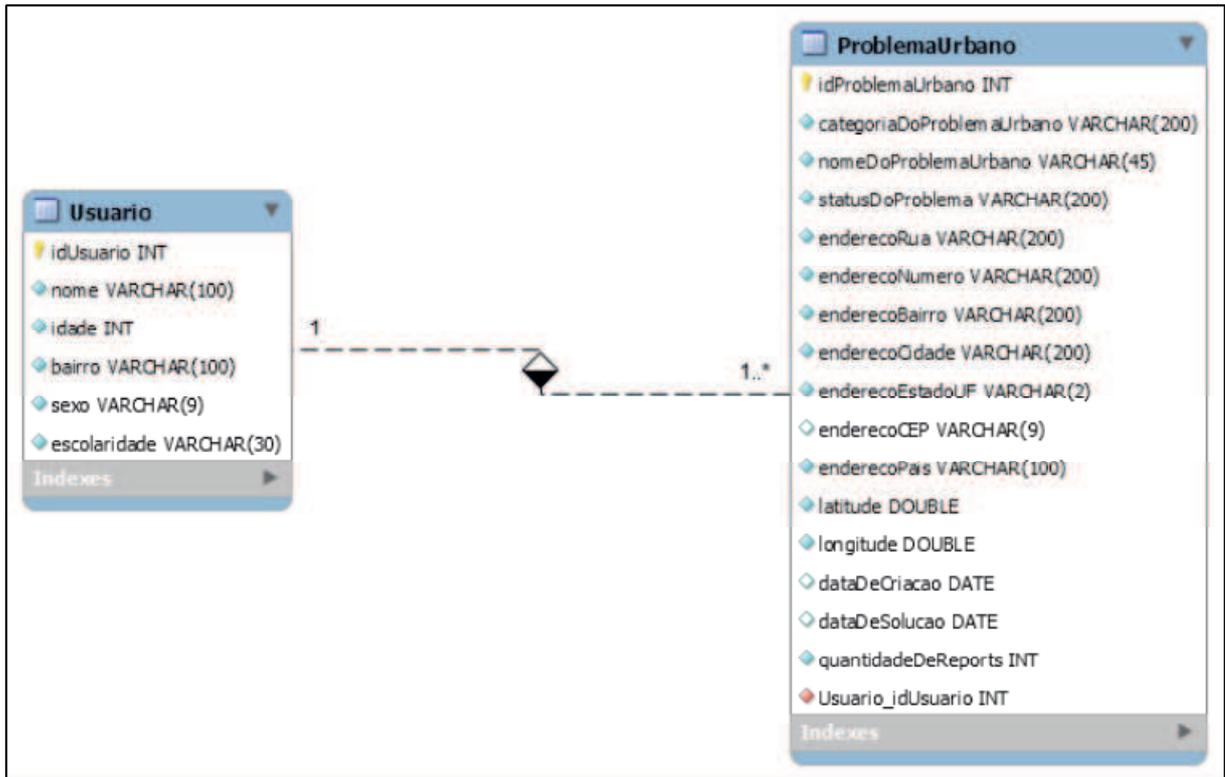


Figura 3 - Diagrama de Representação da Base de Dados

Fonte: Próprio autor

3.6 GOOGLE MAPS API

Para usar a API, você precisa de uma chave de API. Uma chave de API identifica seu projeto para verificar cotas e acessos. Para receber uma chave, é necessário acessar a página de credenciais do Google Maps API. Uma chave será necessária para cada plataforma, como Web, Android e iOS.



Figura 4 - Chave do Google Maps API

Fonte: Google Maps API, 2017

3.7 PROTÓTIPO

Neste item é apresentado o protótipo do sistema que consiste na interface gráfica contendo suas funcionalidades. De acordo com Serra (2005), protótipo é um recurso adotado como estratégia para detalhamento, validação de requisitos e modelagem de interface com o usuário.

3.7.1 Página Inicial

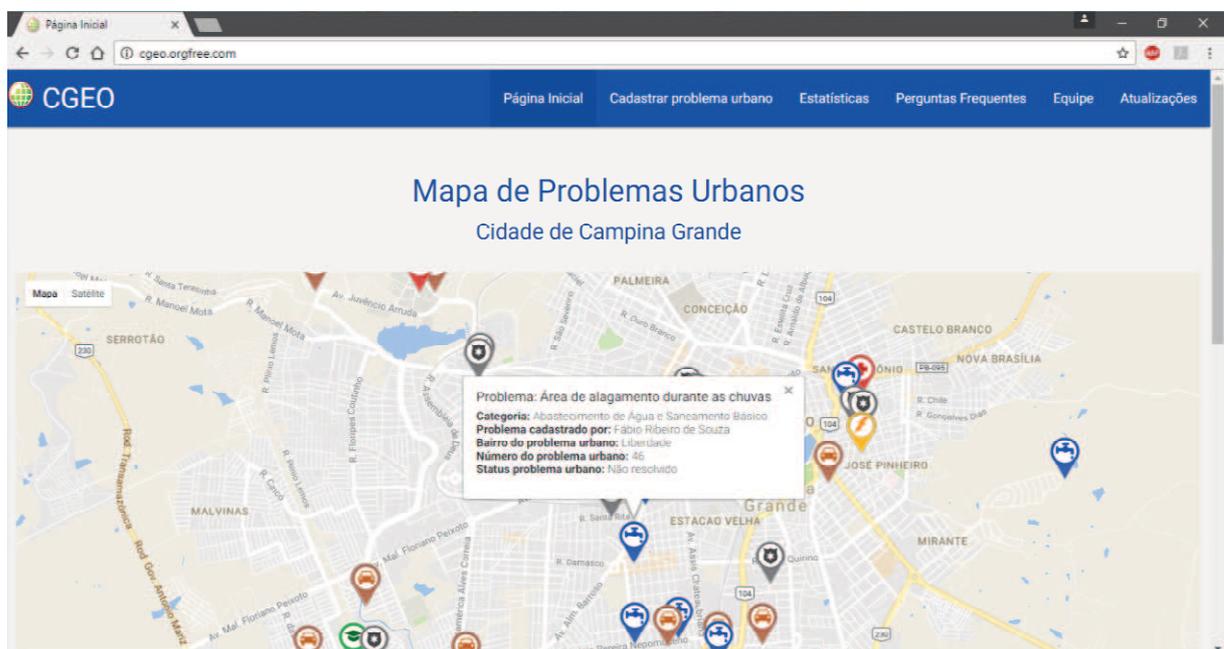


Figura 5 - Tela da Página Inicial do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

- Objetivo da tela: Visualizar os problemas urbanos cadastrados por todos os usuários, disponibilizar o acesso as demais páginas do sistema CGEO, reportar um problema urbano resolvido.
- De onde é chamada e que outras telas podem chamar: Pode ser chamada diretamente através de qualquer acesso no browser da URL <http://cgeo.orgfree.com>, ou ser chamada de todas as outras subpáginas do sistema CGEO. Também pode requisitar e chamar qualquer outra página do sistema CGEO.
- Regras

- Tipos de usuários que podem acessar: Qualquer usuário pode acessar esta página.
- Descrição detalhada: Na tela da Página Inicial, é possível acessar outras páginas do sistema CGEO através da barra de menu superior em caso de ser acessada de computadores desktops ou do menu lateral esquerdo em caso de ser acessada de dispositivos móveis. Outra funcionalidade é visualização dos problemas urbanos com suas informações através do clique no marcador do problema urbano. Por fim, é disponibilizada a função de reportar um problema urbano que foi resolvido logo abaixo do mapa, inserindo um número de algum problema urbano cadastrado no sistema CGEO.

3.7.2 Página de Cadastro do Problema Urbano

Figura 6 - Tela da Página de Cadastro do Problema Urbano do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

- Objetivo da tela: Cadastrar um problema urbano e disponibilizar o acesso as demais páginas do sistema CGEO.
- De onde é chamada e que outras telas podem chamar: Pode ser chamada diretamente através de qualquer acesso no browser da URL <http://cgeo.orgfree.com/paginaCadastrarProblemaUrbano.php>, ou ser chamada de todas as outras subpáginas

do sistema CGEO. Também pode requisitar e chamar qualquer outra página do sistema CGEO.

- Regras
 - Tipos de usuários que podem acessar: Qualquer usuário pode acessar esta página.
- Descrição detalhada: Na tela de Cadastrar Problema Urbano, conterà a funcionalidade principal de mesmo nome da tela, o cadastro será realizado com o preenchimento obrigatório de todos os campos que estão divididos por partes. Os campos de Dados Pessoais, onde o usuário informa seu nome (campo HTML do tipo input), a sua idade (campo HTML do tipo select), seu sexo (campo HTML do tipo select), seu bairro (campo HTML do tipo select) e sua escolaridade (campo HTML do tipo select). O campo do Endereço do Problema Urbano, onde o usuário informa o endereço do problema por ele detectado clicando no local preciso do mapa (evento de clique Javascript e preenchimento automático do endereço (campo HTML do tipo input). Os campos de Informação do Problema Urbano, nestes o usuário informa a categoria do problema urbano (campo HTML do tipo select) e o problema urbano detectado por ele de acordo com a categoria anteriormente selecionado (campo HTML do tipo select). O campo de Confirmação das Informações, que o usuário marca o campo (HTML do tipo checkbox) de “Eu concordo com os termos acima” e submete o cadastro do problema urbano ao clicar no botão “Cadastrar o Problema Urbano”.

3.7.3 Página de Estatísticas

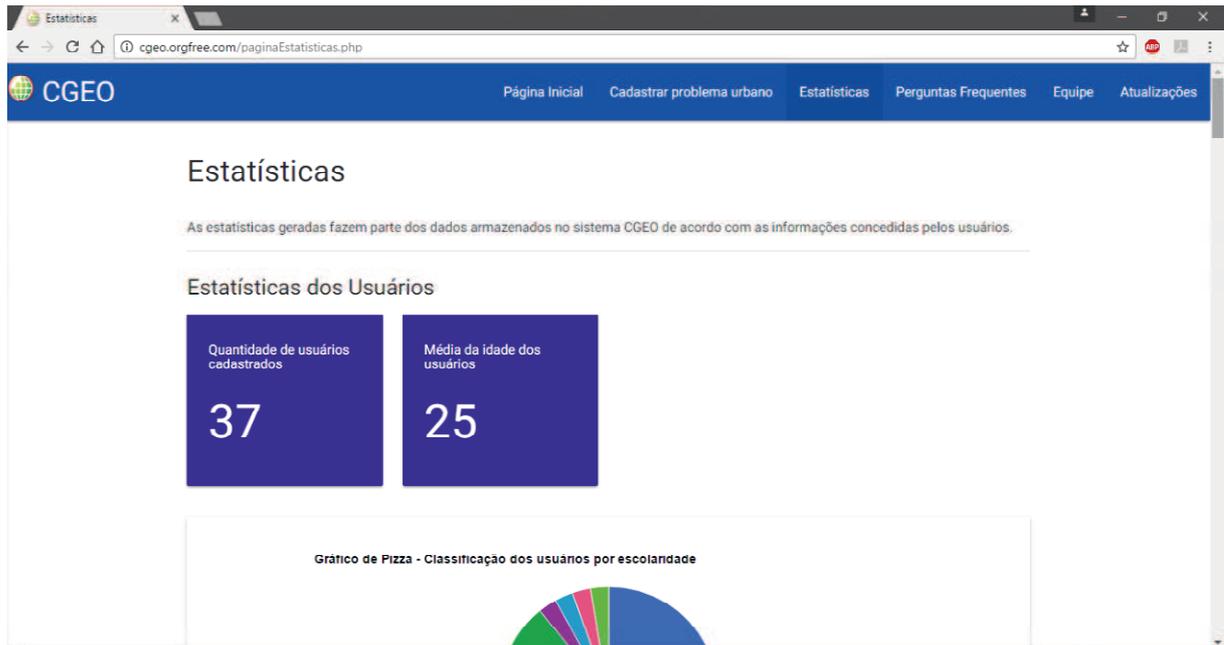


Figura 7 - Tela da Página de Estatísticas do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

- Objetivo da tela: Visualizar as estatísticas do sistema CGEO e disponibilizar o acesso as demais páginas do sistema CGEO.
- De onde é chamada e que outras telas podem chamar: Pode ser chamada diretamente através de qualquer acesso no browser da URL <http://cgeo.orgfree.com/paginaEstatisticas.php>, ou ser chamada de todas as outras subpáginas do sistema CGEO. Também pode requisitar e chamar qualquer outra página do sistema CGEO.
- Regras
 - Tipos de usuários que podem acessar: Qualquer usuário pode acessar esta página.
- Descrição detalhada: A tela de Estatísticas conterà apenas as informações estatísticas divididas em duas partes, as estatísticas do usuário e as estatísticas dos problemas urbanos. Todas as informações poderão ser visualizadas através de gráficos, mapa e números.

3.7.4 Página de Perguntas Frequentes

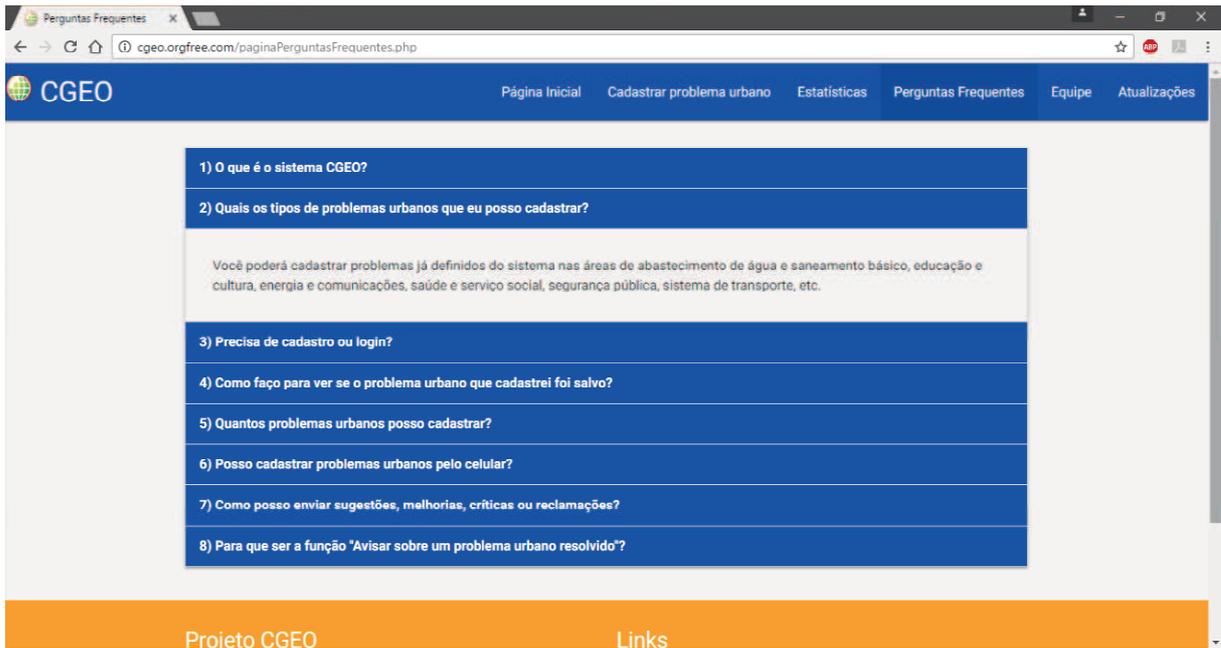


Figura 8 - Tela da Página de Perguntas Frequentes do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

- Objetivo da tela: Visualizar as perguntas mais frequentes e suas respectivas respostas feitas pelos primeiros usuários que entraram em contato via e-mail e disponibilizar o acesso as demais páginas do sistema CGEO.
- De onde é chamada e que outras telas podem chamar: Pode ser chamada diretamente através de qualquer acesso no browser da URL <http://cgeo.orgfree.com/paginaPerguntasFrequentes.php>, ou ser chamada de todas as outras subpáginas do sistema CGEO. Também pode requisitar e chamar qualquer outra página do sistema CGEO.
- Regras
 - Tipos de usuários que podem acessar: Qualquer usuário pode acessar esta página.
- Descrição detalhada: A tela de Perguntas Frequentes disponibiliza ao usuário as dúvidas mais recorrentes feitas por usuários do sistema CGEO que entraram em contato com o desenvolvedor do mesmo sistema. Ao clicar em uma pergunta, automaticamente é visualizada a sua respectiva resposta, e, para retornar ao estado anterior, basta novamente clicar na mesma pergunta.

3.7.5 Página da Equipe

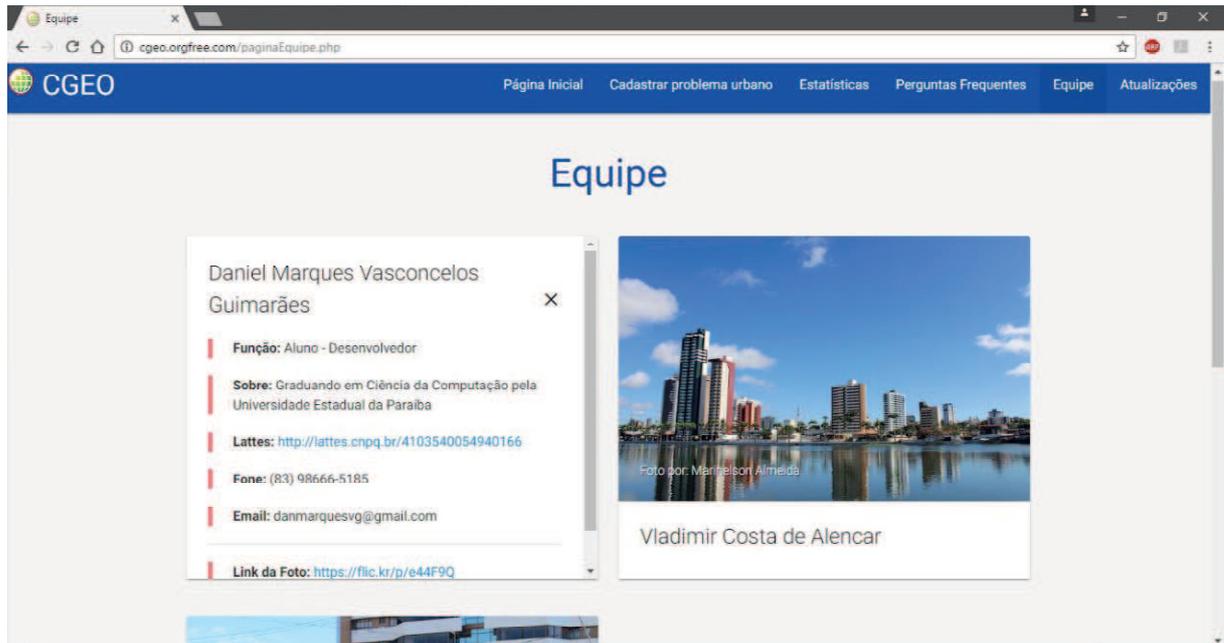


Figura 9 - Tela da Página da Equipe do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

- Objetivo da tela: Visualizar as informações da equipe de desenvolvimento do sistema CGEO e disponibilizar o acesso as demais páginas do sistema CGEO.
- De onde é chamada e que outras telas podem chamar: Pode ser chamada diretamente através de qualquer acesso no browser da URL <http://cgeo.orgfree.com/paginaEquipe.php>, ou ser chamada de todas as outras subpáginas do sistema CGEO. Também pode requisitar e chamar qualquer outra página do sistema CGEO.
- Regras
 - Tipos de usuários que podem acessar: Qualquer usuário pode acessar esta página.
- Descrição detalhada: A tela de Equipe permite a visualização de alguns dados pessoais concedidos e permitidos para publicação de ambos os participantes do desenvolvimento do sistema CGEO.

3.7.6 Página de Atualizações

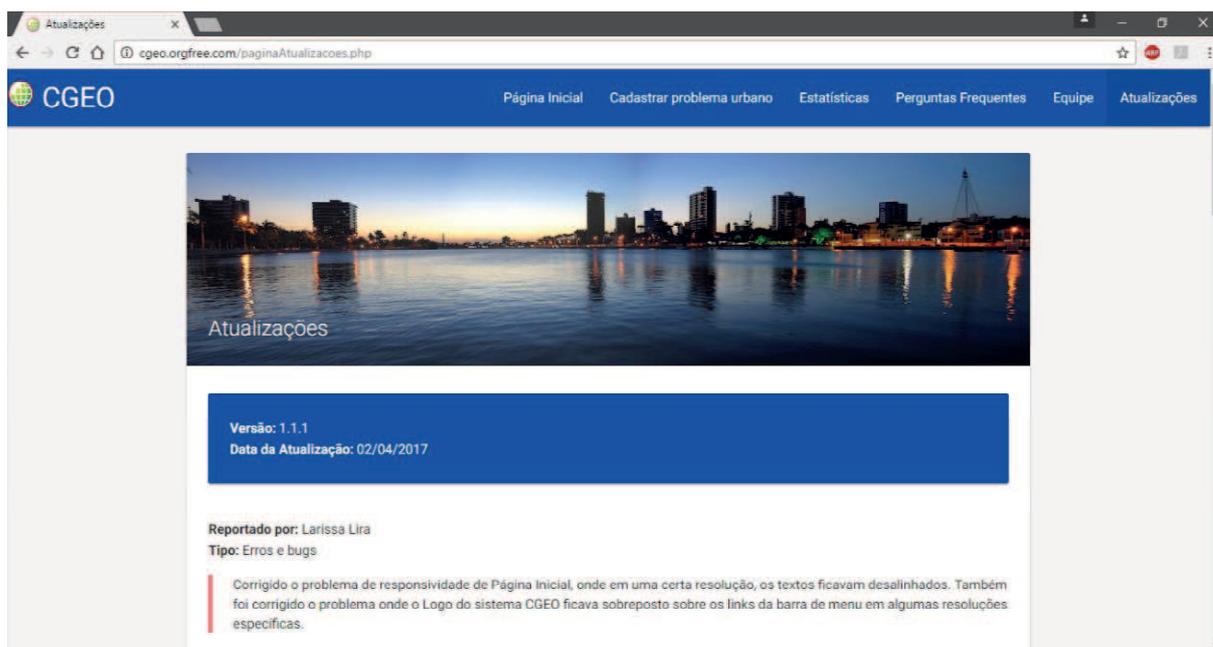


Figura 10 - Tela da Página de Atualizações do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

- Objetivo da tela: Visualizar as informações das atualizações que ocorreram no sistema CGEO de acordo com sugestões aceitas, erros reportados, erros e melhorias disponibilizadas; e disponibilizar o acesso as demais páginas do sistema CGEO.
- De onde é chamada e que outras telas podem chamar: Pode ser chamada diretamente através de qualquer acesso no browser da URL <http://cgeo.orgfree.com/paginaAtualizacoes.php>, ou ser chamada de todas as outras subpáginas do sistema CGEO. Também pode requisitar e chamar qualquer outra página do sistema CGEO.
- Regras
 - Tipos de usuários que podem acessar: Qualquer usuário pode acessar esta página.
- Descrição detalhada: A tela de Equipe permite a visualização das atualizações ocorridas ao decorrer da versão beta até o atual momento. Os erros, as sugestões e as melhorias foram feitas por usuários comuns (pessoas que não entendem de programação) e usuários avançados (pessoas que entendem de programação) através de e-mail e redes sociais.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos pelo sistema CGEO através da utilização do protótipo por alguns usuários. É importante ressaltar que houve divulgação pública do sistema em redes sociais, porém, houveram muitos acessos, mas poucos usuários cadastraram problemas urbanos, como é visto na figura 11.



Figura 11 - Informações estatísticas do Google Maps API do sistema CGEO

Fonte: Próprio autor

Os dados referidos na figura 11, representam informações obtidas nos últimos 30 dias, isto é, entre 03 de abril de 2017 e 03 de maio de 2017.

As solicitações do “Google Maps Javascript API” referem-se à quantidade de carregamentos de mapas da Página Inicial do CGEO, isto é, a Página Inicial foi acessada 261 (duzentas e sessenta e uma) vezes nos últimos trinta dias.

As solicitações do “Google Maps Geocoding API” referem-se à quantidade de carregamentos de mapas da Página de Cadastro de Problema Urbano, isto é, a mesma página foi acessada 29 (vinte e nove) vezes nos últimos trinta dias.

Os resultados foram divididos em dois aspectos: quanto aos usuários e quanto aos problemas urbanos.

4.1 ESTATÍSTICAS DOS USUÁRIOS

Conforme a figura 12, desde o primeiro dia da divulgação e publicação do sistema CGEO, datada de 20 de março de 2017, até a presente data de 04 de maio de 2017, foram cadastrados 37 usuários com uma média de idade de 25 anos.



Figura 12 - Quantidade de usuários e sua respectiva média de idade

Fonte: sistema CGEO

De acordo com a figura 13, é perceptível que 20 usuários, correspondentes a 54% do total, possuem ensino superior incompleto ou superior completo.

Também se nota que os usuários que representam o ensino médio, seja ele incompleto ou completo, somados, atingem a marca de 13 usuários, a mesma quantidade da maior categoria da escolaridade, o ensino superior incompleto, representando 35,1% do total de usuários.

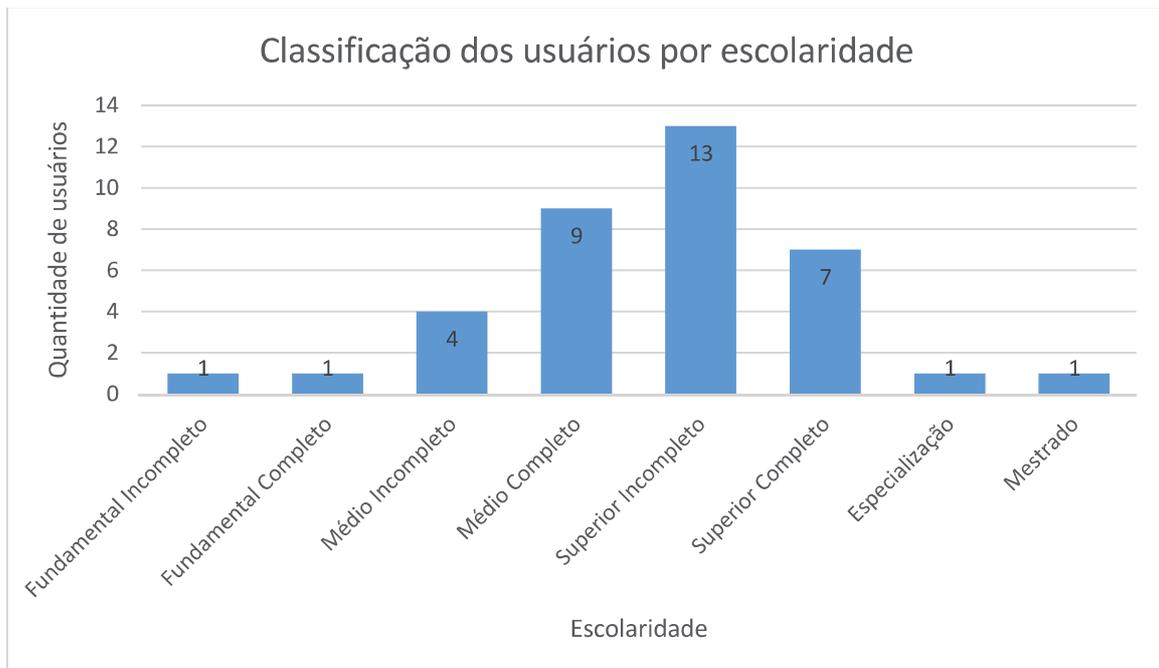


Figura 13 - Resultados da classificação do usuário por escolaridade

Fonte: Sistema CGEO

Conforme a figura 14, a maioria dos usuários são do sexo masculino, isto é, 24 usuários (65 % do total), enquanto os usuários do sexo feminino são representados por um total de 13 usuários (35% do total)



Figura 14 - Resultados da classificação dos usuários por sexo

Fonte: Sistema CGEO

Quanto a distribuição de bairros que residem os usuários, destaca-se o bairro do Catolé, onde residem 5 usuários do sistema CGEO de acordo com a tabela

Posição	Bairro que residem os usuários	Quantidade de usuários
1	Católé	5
2	José Pinheiro	3
3	Malvinas	3
4	Jardim Paulistano	3
5	Bodocongó	2
6	São José	2
7	Centro	2
8	Jardim Continental	2
9	Três Irmãs	2

10	Serrotão	1
11	Liberdade	1
12	Jeremias	1
13	Pedregal	1
14	Velame	1
15	Monte Santo	1
16	Presidente Médici	1
17	Alto Branco	1
18	Acácio Figueiredo	1
19	Ligeiro	1
20	Universitário	1
21	Dinamérica	1
22	Distrito Industrial	1

Tabela 2 - Bairros que residem os usuários do sistema CGEO

Fonte: sistema CGEO

4.2 ESTATÍSTICAS DOS PROBLEMAS URBANOS

Uma das ameaças do sistema CGEO é a baixa quantidade de problemas urbanos cadastrados no período de 30 dias após sua divulgação. Conforme a figura 15, é explícito e reforçado a indicação da figura 11, onde nota-se uma quantidade maior de acessos, mas uma quantidade muito menos expressiva de problemas urbanos cadastrados.

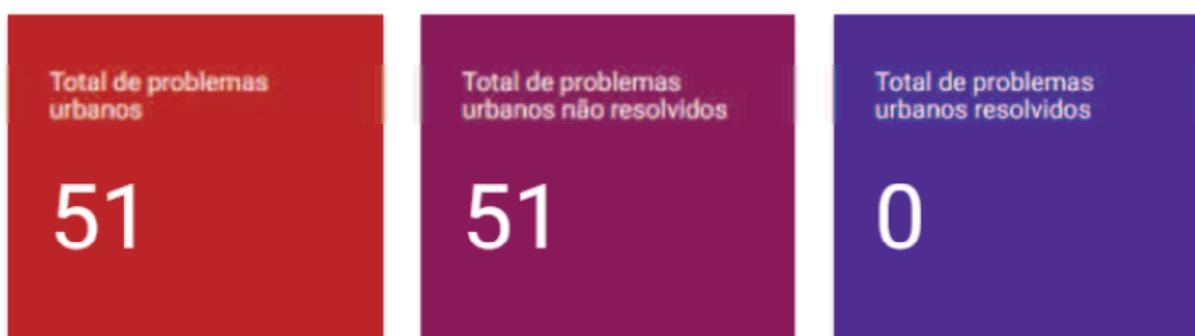


Figura 15 – Quantidade e status dos problemas urbanos

Fonte: sistema CGEO

Em relação a classificação dos problemas urbanos por categoria visto na figura 16, é interessante destacar a divisão das categorias em duas partes pela quantidade de problemas. As categorias de Sistema de Transporte, Abastecimento de Água e Saneamento Básico; e Segurança Pública, se destacam das demais.

Outro ponto a ressaltar e de forma alarmante, é a baixíssima quantidade de cadastros de problemas urbanos na área de educação.

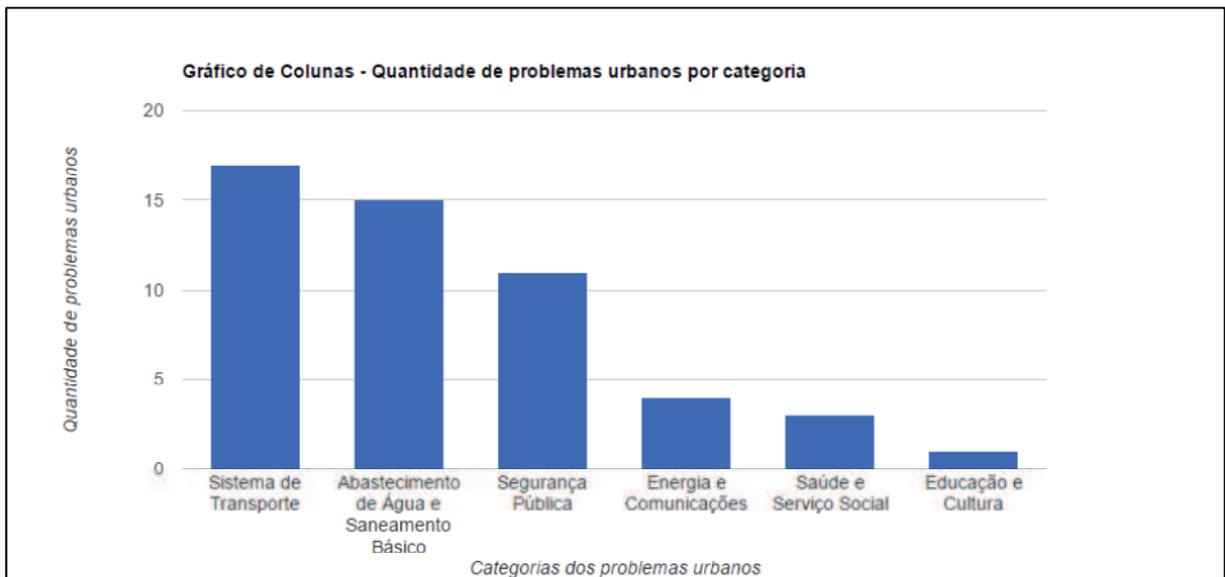


Figura 16 - Quantidade de problemas urbanos por categoria

Fonte: sistema CGEO

Entretanto, se observamos a figura 17 e compararmos com a figura 16, o problema urbano mais notável, isto é, com a maior quantidade de cadastros, é o problema de “Local com alto índice de roubos e furtos” que vem da categoria de Segurança Pública.



Figura 17 - Problemas urbanos por quantidade de cadastros

Fonte: sistema CGEO

Para concluirmos a última verificação, observando a tabela 3 de problemas urbanos distribuídos pelos bairros e visualização da figura 18 demonstrando o mapa de incidências dos problemas.

Posição	Bairro	Quantidade de Problemas
1	José Pinheiro	6
2	Universitário	6
3	Tambor	5
4	Liberdade	5
5	Malvinas	4
6	Centro	3
7	Jardim Continental	2
8	Dinamérica	2
9	Velame	2
10	Católé	2
11	São José	2
12	Vila Cabral	1
13	Jeremias	1

14	Itararé	1
15	Acácio Figueiredo	1
16	Alto Branco	1
17	Santa Cruz	1
18	Centenário	1
19	Três Irmãs	1
20	Quarenta	1
21	Monte Castelo	1
22	Bodocongó	1
23	Pedregal	1

Tabela 3 - Quantidade de problemas urbanos por bairros

Fonte: sistema CGEO

Observando o mapa da figura 18, fica claro a dispersão não centralizada dos problemas urbanos, distribuídos em todas as zonas da cidade de Campina Grande.

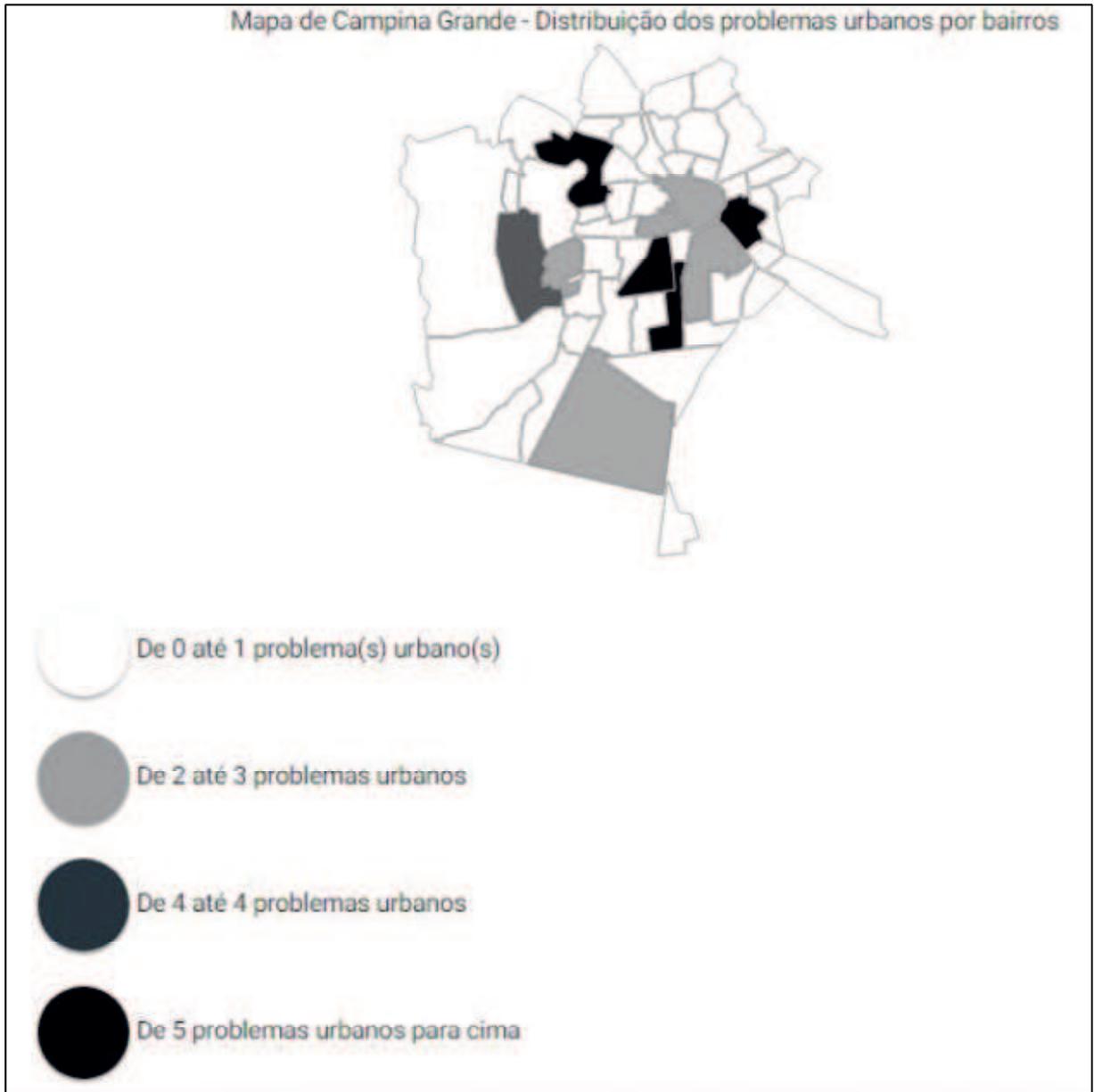


Figura 18 - Mapa de incidência de problemas urbanos na cidade de Campina Grande

Fonte: sistema CGEO

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o sistema CGEO, um SAD para o mapeamento, análise e auxílio na resolução dos problemas urbanos da cidade de Campina Grande.

O sistema foi desenvolvido de maneira responsiva, para ser utilizado tanto em computadores como em dispositivos móveis de acordo algumas exceções explícitas nos requisitos. Além de permitir a visualização dos problemas urbanos na cidade de Campina

Grande, o CGEO também permite o acompanhamento das estatísticas geradas através das informações dos problemas urbanos cadastrados.

Os resultados obtidos sofrem uma ameaça pela pequena amostra obtida, mesmo com a ampla divulgação e compartilhamento em redes sociais. Mas alertam ao fato de que os problemas urbanos das áreas de Saúde e Serviço Social; e Educação e Cultura são menos visíveis a população em comparação aos demais.

Como trabalhos futuros, melhorias deverão ser feitas, especialmente ao que se refere a visualização do mapa da cidade em relação a cada categoria de problema urbano. Pretende-se também a criação de um login por redes sociais e o armazenamento de mais informações tanto do usuário, quanto dos problemas urbanos. Em relação a segurança do sistema CGEO, deverá ser implementado um login com algumas informações que minimizem o risco de falsos usuários. Quanto aos problemas urbanos, serão incrementados alguns atributos para diferenciá-los de acordo com sua importância em relação aos demais. Por fim, espera-se a criação de um aplicativo para android para utilização mais abrangente em dispositivos móveis.

REFERÊNCIAS

- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Iluminação pública**. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/como-resolver/-/asset_publisher/3SAW3SarixVj/content/iluminacao-publica/655804?inheritRedirect=false>. Acesso: 05 mar. 2017.
- ALENCAR, Vladimir Costa de. **Análises multiobjeto, baseada em programação linear, e comparativas para agriculturas de manejo convencional e orgânico**. UFCG, 2009. Disponível em: <<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/vladimircostadealencar.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2017. Tese. Doutorado
- BONGIOLO, Ralf Schmitz. **Uso de Sistemas de Informação Geográfica na Saúde Pública**. 2010. Disponível em: <<http://www.olharcientifico.kinghost.net/index.php/olhar/article/view/23>>. Acesso em: 06 mar. 2017.
- BRASIL. Estatuto da Criança e do Adolescente. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990, art. 2º.
- CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia, 2010. **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais (ET-EDGV)**. Rio de Janeiro.
- CRUZ, Isolina; CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ANÁLISE ESPACIAL EM TRANSPORTES, MEIO AMBIENTE E OCUPAÇÃO DO SOLO**. IME, 2005. Disponível em: <[http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(15\)SIG-AE2.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(15)SIG-AE2.pdf)>. Acesso em: 17 Abr. 2017.
- GONÇALVES, Pablo Rodrigo. **SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA APOIO A DECISÃO AO COMBATE A INCÊNDIO**. USP, 2005. Disponível em: <>. Acesso em: 14 abr. 2017.
- Google Maps Javascript API. **Primeiros Passos**. 2017. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial?hl=pt-br>>. Acesso: 16 jan. 2017.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paraíba Campina Grande**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250400>>. Acesso em: 08 Abr. 2017.
- METADE dos municípios tem sinal crítico. **Jornal da Paraíba**. 04 mar. 2012. Vida Urbana. Disponível em: <http://www.jornaldaparaiba.com.br/vida_urbana/noticia/78054_metade-dos-municipios-tem-sinal-critico>. Acesso: 05 mar. 2017.
- Methodology Explorer. **Documento de Requisitos**. UFPE, 2002. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~mexplorer/>>. Acesso em: 16 jan. 2017.
- RIBEIRO, Vanda Mendes; GUSMÃO, Joana Buarque de. **PROBLEMAS E SOLUÇÕES DAS ESCOLAS SEGUNDO COMUNIDADES ESCOLARES**. FEUSP, 2011. Disponível em: <>

<http://www.anpae.org.br/simposio2011/cdrom2011/PDFs/trabalhosCompletos/comunicacoesRelatos/0251.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **SANEAMENTO BÁSICO E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA**. UFJF, 2010. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoSa%C3%BAde.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

RODRIGUES, José Edmilson; GAUDÊNCIO, Edmundo Oliveira; SILVESTRE, Almeida Filho. **Memorial Urbano de Campina Grande**. Prefeitura de Campina Grande, 1996, 281 p.

ROSA, Carlos Eduardo; ARENT, Henrique Carrer. **Desafios e Soluções para os Problemas da Segurança Pública em Santa Catarina**. 2016. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/51772/desafios-e-solucoes-para-os-problemas-da-seguranca-publica-em-santa-catarina>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

RUFINO, Iana Alexandra Alves. **Gestão de Recursos Hídricos em Ambientes Costeiros: Modelagem e Representação do Conhecimento em Sistemas de Informação Geográfica**. Campina Grande: UFCG, 2004. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/Tese_iana_web.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

SERRA, Ana Paula Gonçalves. **Documentação de um Produto de Software**. USJT, 2005. Disponível em: <http://www.usjt.br/cursos/ftce/arquivos/2013/produto_software_v3r-05.pdf>, Acesso em: 16 jan. 2017.

SILVA, Lucia Sousa e; TRAVASSOS, Luciana. **Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas**. *Cadernos Metrópole*, n. 19, p. 27-47, 2008. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8708/6459>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SOMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 8 ed. São Paulo: Pearson, 2007. 552 p.