

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

WENDEL SOUSA DE ANCHIETA

**COLETA DE DADOS GEORREFERENCIADOS SOBRE OCORRÊNCIAS
AMBIENTAIS EM FERROVIAS**

Brasília

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA: ÊNFASE: GESTÃO DE TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO

**COLETA DE DADOS GEORREFERENCIADOS SOBRE
OCORRÊNCIAS AMBIENTAIS EM FERROVIAS**

Por

Wendel Sousa de Anchieta

Monografia de final de curso

Prof. Dr. Clodoveu Augusto Davis Junior

Orientador

Brasília

2019

WENDEL SOUSA DE ANCHIETA

**COLETA DE DADOS GEORREFERENCIADOS SOBRE OCORRÊNCIAS
AMBIENTAIS EM FERROVIAS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Informática do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Informática.

Área de Concentração: Gestão de Tecnologia da Informação

Orientador: Prof. Dr. Clodoveu Augusto Davis Junior

Brasília

2019

Anchieta, Wendel Sousa de

A539c Coleta de dados georreferenciados sobre ocorrências ambientais em ferrovias / Wendel Sousa de Anchieta. – Brasília, 2019. x, 38 f. : il.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Ciência da Computação.

Orientador: Clodoveu Augusto Davis Junior

1. Computação – Monografias. 2. Geoprocessamento – Monografias. 3. Computação móvel – Monografias. I. Davis Junior, Clodoveu Augusto. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Ciência da Computação. III. Título.

CDU 519.6*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA: ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
GESTÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

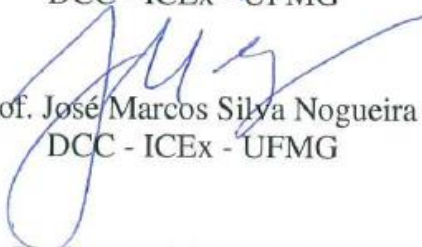
Coleta de Dados Georreferenciados de Ocorrências Ambientais em Campo

WENDEL SOUSA DE ANCHIETA

Monografia apresentada aos Senhores:


Prof. Clodoveu Augusto Davis Júnior
Orientador
DCC - ICEx - UFMG


Prof. José Nagib Cotrim Arabe
DCC - ICEx - UFMG


Prof. José Marcos Silva Nogueira
DCC - ICEx - UFMG

Belo Horizonte, 14 de março de 2019

Dedico este trabalho a minha esposa Daiane, minhas filhas Marina, Sabrina e a toda minha família, pelo apoio e incentivo ao estudo, pois com a dedicação a este pude obter crescimento como pessoa e como profissional.

“O momento presente é a única coisa que se pode tirar de alguém, porque é a única coisa que, realmente, todos possuímos. Ninguém pode perder o que não se possui.”

(Marco Aurélio)

RESUMO

Atualmente, a coleta dos dados de ocorrências ambientais é realizada de forma manual, através de uma planilha impressa, fotos e inserção das coordenadas geográficas, as quais nem sempre são as corretas ou colhidas por *Global Positioning System (GPS)*. Devido à imprecisão do registro das informações geográficas por parte dos agentes de campo, algumas vezes se torna inviável retornar ao local da ocorrência para atividades de supervisão e acompanhamento. O principal objetivo do presente estudo é demonstrar os benefícios da utilização de dispositivos *mobile* na coleta de dados georreferenciados sobre ocorrências ambientais em ferrovias. Ao final, o projeto apresentado, gerou muita expectativa, bem como um feedback positivo e ansiedade pela disponibilização do produto para equipe de campo.

Palavras-chave: Georreferenciamento, *Mobile*, Ambiental, Ferrovia.

ABSTRACT

Currently, the data collection is performed manually, through a printed worksheet, photos of the occurrence and insertion of the geographical coordinates, which are not always correct or collected by Global Positioning System (GPS). Due to inaccurate registration of geographical information by field agents, it sometimes becomes unfeasible to return to the place of occurrence for supervision and follow-up activities. The main objective of the present study is to demonstrate the benefits of the use of mobile devices in the collection of georeferenced data on environmental occurrences in railways. In the end, the project presented, generated a lot of expectation, as well as a positive feedback and anxiety for the availability of the product to field team.

Keywords: *Georeferencing, Mobile, Environmental, Railroad.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	PLANILHA DE OCORRÊNCIA AMBIENTAL.....	15
FIGURA 2	MODELO LÓGICO DO BANCO DE DADOS DO SIOCA	19
FIGURA 3	ESTRUTURA DAS CAMADAS DO SISTEMA.....	20
FIGURA 4	ARQUITETURA DE SINCRONIZAÇÃO DA APLICAÇÃO MOBILE.....	21
FIGURA 5	ARQUITETURA DO SIOCA.....	22
FIGURA 6	ARQUITETURA <i>IONIC</i>	23
FIGURA 7	TELA INICIAL DO SIOCA.....	24
FIGURA 8	REQUISITO “AUTENTICAR USUÁRIO”.....	25
FIGURA 9	REQUISITO “CADASTRAR OCORRÊNCIA”.....	26
FIGURA 10	REQUISITO “CADASTRAR OCORRÊNCIA”.....	26
FIGURA 11	REQUISITO “INTERFACE”.....	27
FIGURA 12	REQUISITO “DESEMPENHO”.....	27
FIGURA 13	REQUISITO “DISPONIBILIDADE”.....	27
FIGURA 14	REQUISITO “TECNOLOGIA”.....	27
FIGURA 15	TRECHO DO CÓDIGO DA IMPLEMENTAÇÃO DO <i>BACKEND</i> DO SIOCA <i>MOBILE</i> NO <i>ECLIPSE</i>	29
FIGURA 16	TRECHO DO CÓDIGO DA IMPLEMENTAÇÃO DO <i>FRONTEND</i> DO SIOCA <i>MOBILE</i> NO <i>VSCODE</i>	30
FIGURA 17	TELA DE <i>LOGIN</i> SIOCA <i>MOBILE</i>	30
FIGURA 18	MENU APÓS O <i>LOGIN</i> SIOCA <i>MOBILE</i>	31
FIGURA 19	TELA DE BUSCA NO SIOCA <i>MOBILE</i>	31
FIGURA 20	TELA DE CADASTRO DOS DADOS DESCRITIVOS NO SIOCA <i>MOBILE</i>	32
FIGURA 21	TELA DE CADASTRO DE COMENTÁRIOS EM UMA OCORRÊNCIA NO SIOCA <i>MOBILE</i>	33
FIGURA 22	TELA DE CADASTRO DE JUSTIFICATIVAS EM UMA OCORRÊNCIA NO SIOCA <i>MOBILE</i>	33
FIGURA 23	TELA DE CADASTRO DE GEOLOCALIZAÇÃO EM UMA OCORRÊNCIA NO SIOCA <i>MOBILE</i>	34
FIGURA 24	TELA DE CADASTRO DE FOTOS EM UMA OCORRÊNCIA NO SIOCA <i>MOBILE</i>	34

LISTA DE SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EF	Estrada de Ferro
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
GPS	Global Positioning System
GEOVALEC	Portal de dados geográficos da VALEC
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
MVC	Model View Controller
POA	Planilha de Ocorrências Ambientais
REST	Representational State Transfer
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SGBD	Sistema gerenciador de banco de dados
SIOCA	Sistema Integrado Caracterização Ambiental
SUAMB	Superintendência de Meio Ambiente
SUCON	Superintendência de Construção
SUDES	Superintendência de Arqueologia e Desapropriação
SUGOF	Superintendência de Operação Ferroviária
SUPTI	Superintendência de Tecnologia da Informação
WI-FI	Wireless Fidelity

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	JUSTIFICATIVA.....	17
3	OBJETIVOS	18
3.1	Objetivo Geral.....	18
3.2	Objetivo Específico	18
4	MÉTODOS	22
4.1	Requisitos Funcionais	25
4.2	Requisitos Não Funcionais	27
5	RESULTADOS.....	28
6	CONCLUSÃO	35
	BIBLIOGRAFIA	37

1 INTRODUÇÃO

Uma ferrovia é um empreendimento linear, cujo tipo de obra é formado por segmentos de redes ou malhas viárias e tal projeto de infraestrutura se estende por grandes áreas podendo não se limitar a apenas um município ou Estado. Devido à grandeza de uma construção deste porte é gerada uma área de influência que afeta o meio ambiente direta ou indiretamente. Dito isso, fica evidente a necessidade de um rigoroso gerenciamento ambiental, com monitoramento em todas as fases do empreendimento, a fim de se obter o licenciamento da obra e evitar, também, crimes ambientais.

O processo de licenciamento ambiental de obras lineares deve ser conduzido e avaliado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Este processo contempla um conjunto de exigências ambientais, as quais deverão ser obedecidas para a execução das obras. Estas exigências são descritas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (BRASIL, 1986).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão responsável pela Política Nacional do Meio Ambiente, regulamenta que as licenças ambientais podem ser concedidas uma ou inúmeras vezes, variando conforme características ou especificidades, a natureza e fase do empreendimento. Existem três tipos de licenças concedidas para esse modelo de construção, sendo elas as seguintes (BRASIL, 1997):

- a) Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- b) Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- c) Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

No Brasil, o primeiro grande empreendimento submetido à Resolução CONAMA 001/86, foi a Estrada de Ferro (EF) 151, denominada Ferrovia Norte-Sul, de titularidade da VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. As licenças de instalação inicialmente foram concedidas pelos Estados de Goiás e Maranhão, posteriormente pelo Estado do Tocantins, este criado pela Constituição de 1988, a partir da divisão do antigo território goiano.

A VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. é uma empresa pública, sob a forma de sociedade por ações, vinculada ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA), nos termos previstos na Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008 (BRASIL, 2008). A função social da VALEC é a construção e exploração de infraestrutura ferroviária.

Uma das metas adotadas para o gerenciamento ambiental da VALEC foi documentar com registro todos os eventos referentes ao meio ambiente, à saúde e à segurança. Para atender esta meta foi criado o conceito de ocorrência ambiental, sendo este o registro de qualquer situação, durante as obras, operação ou manutenção dos empreendimentos, que esteja em desacordo com o licenciamento ambiental, legislação vigente e normas internas da VALEC. Todo o registro de informações relevantes ao monitoramento de uma ocorrência ambiental, deverá ser feito no Sistema Integrado de Caracterização Ambiental (SIOCA).

O SIOCA é o Sistema de Gestão Ambiental da VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. Trata-se de uma ferramenta online idealizada pela Superintendência de Meio Ambiente (SUAMB) e viabilizada pela Superintendência de Tecnologia da Informação (SUPTI) para registro e monitoramento da qualidade de execução das obras e manutenção dos empreendimentos da empresa. O levantamento e análise desses dados, juntamente com informações ambientais e geoespaciais, subsidia a tomada de decisão no que se refere ao planejamento e execução das atividades, em atendimento às premissas da gestão ambiental e do desenvolvimento sustentável.

Em toda a VALEC, a informação geográfica é estratégica e importante para a tomada de decisão. Tradicionalmente, a área ambiental é a grande utilizadora de informações georreferenciadas e com isso mantém um acervo que demanda boa organização, correto registro e estruturação para disponibilização.

Os dados inseridos no SIOCA são armazenados em banco de dados geográfico corporativo, provendo a outras áreas da VALEC informações valiosas para o acompanhamento da evolução e do gerenciamento da obra. Está em fase de liberação a disponibilização da Infraestrutura de Dados Espaciais da VALEC (IDE), que contém todos os dados tabulares e toda geoinformação gerada pela empresa, sendo a intenção permitir o

acompanhamento e fiscalização da obra e suas áreas de influência pelos órgãos competentes e pela sociedade civil.

No trabalho inicial em campo, executado pelas empresas supervisoras contratadas pela VALEC, verificou-se uma grande quantidade de dados com preenchimento incorreto e/ou omissão proposital de informações fundamentais, gerando um grande prejuízo no gerenciamento ambiental, dificultando a identificação de causas raízes de incidentes recorrentes em áreas próximas umas das outras e atrasando a implementação de soluções definitivas para o problema.

Com o intuito de garantir a qualidade do dado registrado e padronizar as características a serem coletadas em campo, evitar a ausência de informações e o registro incorreto, foi elaborada e adotada como obrigatória a Planilha de Ocorrências Ambientais (POA). Abaixo, segue o modelo da planilha.

FIGURA 1 Planilha de Ocorrência Ambiental.

COD	Local	Km	Lado	Coordenadas (UTM)			Data de Registro	Data Fim	Tipo	Descrição da Ocorrência
				Fuso	E	N				
2662/2015-151502-0543.02-09-14	LOTE 02 - FNS Extensão Sul	111+100	Direito	22k	618808	8139318	9/2/2014	2/23/2015	Contaminação e Poluição	Gerador com caixa de contenção de resíduos oleosos e tambor de óleo instalados de maneira inadequada.
2662/2014-151502-0005.16-01-14	LOTE 02 - FNS Extensão Sul	111+100	Esquerdo	22k	618808	8139318	1/16/2014	12/10/2015	Contaminação e Poluição	Resíduos (madeira, sacos plásticos, tambores, tela plástica) dispostos de maneira inadequada.
2662/2015-151502-0440.13-02-15	LOTE 02 - FNS Extensão Sul	111+500	Direito	22k	618623	8138979	2/13/2015	5/4/2015	Erosão/Assoreamento	Processo erosivo em bota-fora, com carregamento de sedimentos para fora da faixa de domínio.

Fonte: Dados da pesquisa

Atualmente, a coleta dos dados é realizada de forma manual, através da transcrição dos dados de uma planilha padrão impressa, fotos do fato gerador no local da ocorrência e inserção das coordenadas geográficas, as quais nem sempre são as corretas ou colhidas por *Global Positioning System (GPS)*. Devido à imprecisão do registro das informações geográficas por parte dos agentes de campo, algumas vezes se torna inviável retornar ao local da ocorrência para atividades de supervisão e acompanhamento.

Após a coleta, é realizado o registro no sistema *web* SIOCA, via página da VALEC. Todo registro em papel é digitado, levando a uma grande demora na inserção dos dados obtidos e disponibilização da informação no sistema SIOCA da VALEC. Em alguns casos, a demora é de um mês ou mais. Além disso, não é possível verificar se as equipes realmente estiveram nos locais indicados e na frequência exigida.

Diante do exposto, como agilizar a obtenção de informações ambientais de campo de forma mais célere, fidedigna e sem perda de qualidade?

2 JUSTIFICATIVA

Com o advento dos dispositivos móveis, essas ferramentas mostraram um grande potencial, no sentido de facilitar e agilizar o processo de coleta de dados em campo. Um exemplo do uso de dispositivos móveis para coleta de dados por agentes em campo, foi o Censo Demográfico de 2010, feito pelo IBGE (IBGE, 2011).

No Censo 2010, mais de 190 mil recenseadores visitaram 67,6 milhões de domicílios nos 5.565 municípios brasileiros existentes na época. A coleta durou cerca de quatro meses. Essa aplicação é considerada a primeira operação completamente digital em grande escala – atingiu quase 200 milhões de habitantes –, e foi reconhecida e premiada por organismos internacionais (IBGE, 2011).

Tendo em vista o sucesso obtido pelo IBGE e a melhoria contínua do SIOCA da VALEC, operacionalizado pela SUPTI, e as dificuldades encontradas na coleta e cadastro dos dados geoespaciais pelas equipes de campo, em locais com péssima conexão de internet ou até mesmo inexistente, foi sugerido a utilização de *smartphones* e *tablets* para a obtenção dos dados em campo.

O uso de *smartphones* ou *tablets* possibilitará a economia de tempo na obtenção de dados, no esforço de digitação dos registros e minimiza as margens de erro. Isso porque tecnologias *mobile* agregam recursos que antes só eram possíveis de se ter utilizando papel, caneta, *GPS*, máquina fotográfica e outros apetrechos necessários para os registros de campo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Projetar e desenvolver uma aplicação móvel, como serviço integrada ao sistema ambiental existente, para a gestão ambiental dos empreendimentos de responsabilidade da VALEC e auxiliar as equipes em campo na coleta e espacialização das informações das ocorrências ambientais em ferrovias.

Essa solução permitirá o cadastro de novos registros pelos agentes de campo, incluindo o acesso às ocorrências ambientais existentes no sistema, criar roteiros de fiscalização com base nas coordenadas geográficas de cada ocorrência, gravar dados *offline* e sincronizá-los quando uma conexão de rede (celular ou *Wi-Fi*) estiver disponível.

3.2 Objetivo Específico

Para que o objetivo geral seja alcançado de forma satisfatoriamente, serão necessárias algumas etapas, como o projeto da aplicação, levantamento de requisitos, etc.

Em um projeto de uma aplicação existe um grande número de aspectos diferentes a serem verificados, incluindo conectividade de base de dados, autenticação e permissões de usuários, limitações e de uso de serviços do dispositivo.

A solução irá salvar e consultar um grande número de diferentes tipos de dados online e offline.

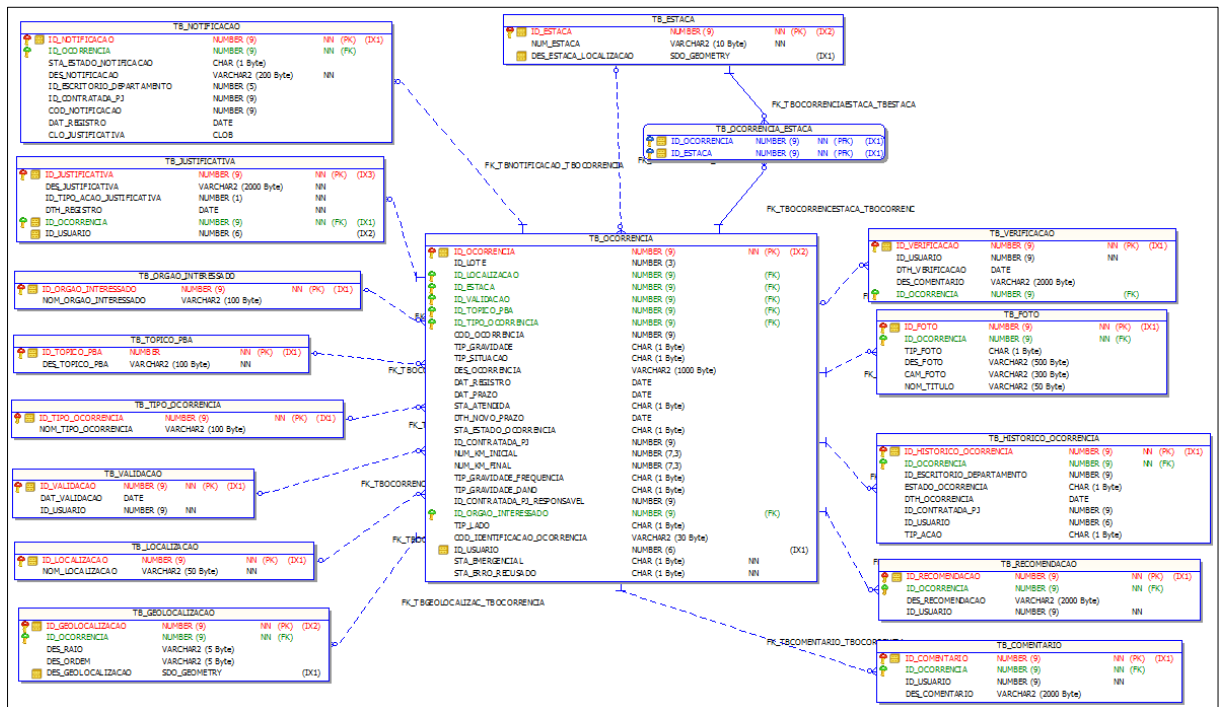
Entre eles podemos citar:

- Dados de usuários;
- Ocorrências ambientais;
- Componentes e serviços do dispositivo, como câmera, *GPS*, rede, galeria de imagens, armazenamento local, etc.

Para o armazenamento dos dados da aplicação, quando online, será utilizado Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) *Oracle*.

A partir do já existente banco de dados do sistema SIOCA, criado no SGBD *Oracle*, que será utilizado como para a implementação do módulo *mobile* por ser a base de dados corporativa padrão, o mesmo tem a seguinte estrutura, de acordo com a figura abaixo:

FIGURA 2 Modelo Lógico do Banco de Dados do SIOCA



Fonte: Elaborado pelo autor

O desenvolvimento será utilizando o modelo *Model–view–controller (MVC)*, ou seja, a aplicação será dividida em camadas com cada uma tendo responsabilidades bem definidas. O modelo *MVC* é “[...] um conjunto de padrões trabalhando juntos numa mesma estrutura” (FREEMAN, 2008, p. 424).

As partes do *MVC* são o Modelo, a Visualização e o Controlador. O Modelo contém todos os dados, estados e a lógica do aplicativo. Ele ignora totalmente a visualização e o controlador, embora forneça uma interface para manipular e recuperar seu estado e possa também enviar notificações sobre mudanças de estado (FREEMAN, 2008, p. 422).

A visualização fornece uma apresentação do modelo. Via de regra, a visualização obtém o estado e os dados que deve exibir diretamente do modelo (FREEMAN, 2008, p. 422).

O controlador recebe os dados do usuário e determina o que isso significa para o modelo (FREEMAN, 2008, p. 422).

A principais vantagens do *MVC* são:

- Separar a lógica de negócios da apresentação;
- Possuir reusabilidade, é possível criar bibliotecas e adicionar interfaces facilmente;

- Possibilitar o desenvolvimento em paralelo, ou seja, o projeto pode ser iniciado por qualquer camada.
- Dividir as responsabilidades, programadores na programação e web designers no design do software.
- Reduzir o esforço na manutenção do software, pois as modificações são efetuadas separadamente não afetando as outras camadas do sistema.

A estrutura de camadas do sistema será conforme mostrado a seguir:

FIGURA 3 Estrutura das camadas do sistema.



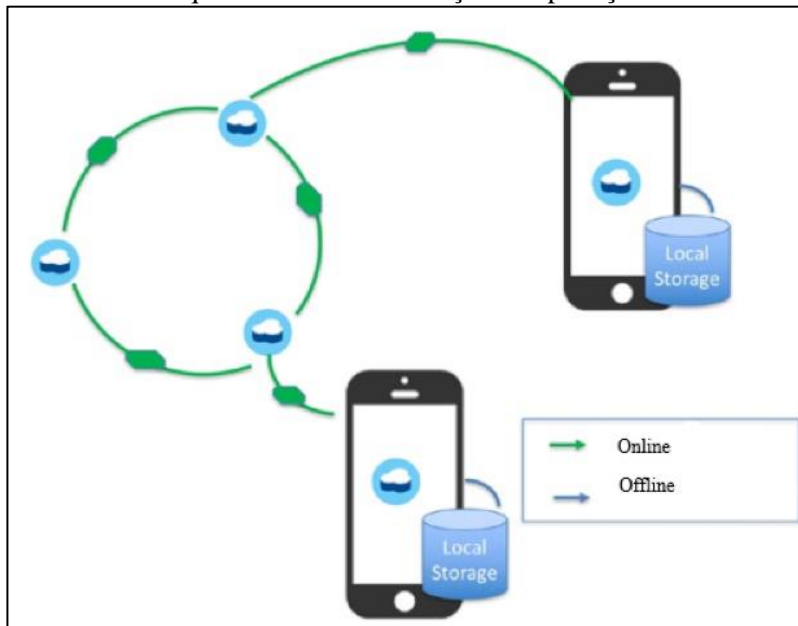
Fonte: Elaborado pelo autor

A tecnologia *mobile* escolhida para a coleta de dados em campo, com geolocalização, será o *Ionic framework*. O *Ionic* também será responsável pela tarefa de manter os dados no dispositivo, quando a aplicação estiver offline.

*Ionic*¹ é um *framework* para criação de aplicações híbridas com *HTML*, *CSS (SASS)* e *JavaScript (TypeScript)*, de rápido e fácil desenvolvimento. Se tornou muito famoso por conta de sua baixa curva de aprendizado e facilidade na criação de belíssimos aplicativos híbridos com componentes que se assemelham muito a aplicações *Android*, *iOS* e *Windows Phone* nativas.

¹ IONICFRAMEWORK. Framework: 2018. Disponível em: <https://ionicframework.com/framework>. Acesso em: 01 de out. 2018

FIGURA 4 Arquitetura de sincronização da aplicação mobile.



Fonte: Elaborado pelo autor

Outra etapa importante é coleta de requisitos, segundo SOMMERVILLE (2007), requisitos são descrições dos serviços fornecidos pelo sistema e as suas restrições operacionais. Os requisitos refletem as necessidades dos clientes de um sistema que ajuda a resolver algum problema, por exemplo, controlar um dispositivo, enviar um pedido ou encontrar informações.

A fim de definir os benefícios e resultados esperados, foram realizadas reuniões com os gerentes e gestores do sistema SIOCA. Foram identificados os seguintes requisitos para o sistema:

Requisitos funcionais:

- Autenticar usuário;
- Cadastrar ocorrência;
- Consultar ocorrência.

Requisitos não funcionais:

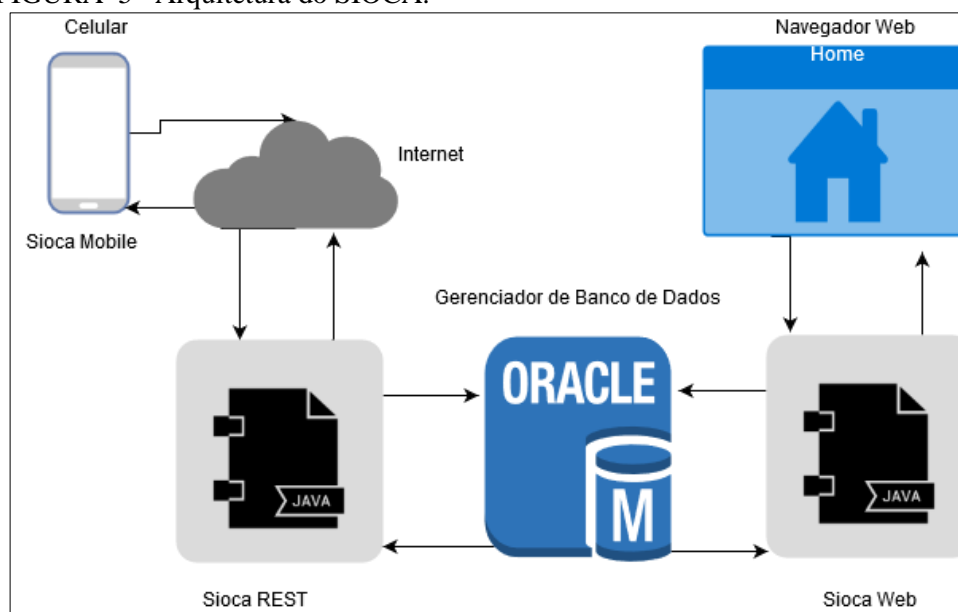
- Interface de fácil compreensão;
- Baixo tempo de respostas entre as funcionalidades;
- Alta disponibilidade do sistema.

4 MÉTODOS

Para que o que foi proposto atenda de forma satisfatória a SUAMB e que seja de fácil manutenção pela equipe da SUPTI, a implementação do sistema foi idealizada em módulos com funções e responsabilidades distintas. A aplicação será desenvolvida utilizando o *Eclipse* e o *Visual Studio Code (VSCode)* como Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), e foi dividida em três projetos, sendo eles: o módulo de serviços, o módulo *mobile* e o módulo *web*, esse último já pré-existente.

O módulo de serviços é o módulo que concentrará todas as regras de negócio e persistência dos dados. Esse módulo deverá ser responsável por processar um grande número de requisições de diversos dispositivos móveis. O módulo deverá permitir que os dispositivos móveis acessem operações como: autenticação, autorização, inclusão de ocorrência ambiental e consulta a ocorrências. Abaixo, apresenta-se a arquitetura do SIOCA.

FIGURA 5 Arquitetura do SIOCA.



Fonte: Elaborado pelo autor

Ficará a cargo do módulo *mobile*, que será construído utilizando o *framework Ionic*, todas as funcionalidades visuais e de interação com o usuário, desde a exibição das informações, formulários de entrada de dados descritivos e geoespaciais, criação de roteiros de fiscalização e monitoramento, baseados em ocorrências previamente selecionadas, marcando e exibindo em um mapa o trajeto a ser realizado por um usuário.

Com o *framework* será possível fazer o acesso a recursos nativos do dispositivo tais como câmera, *GPS*, sistema de arquivos, armazenamento local, notificações, entre outros, através dos *plugins Apache Cordova*², tudo de forma muito simples e rápida, pois o *Ionic* encapsula estes recursos para facilitar ainda mais o desenvolvimento, provendo uma interface para trabalhar com os *plugins* usando *TypeScript*³, *Promises* e *Observables*. Na Figura 6, pode ser observada a arquitetura da tecnologia por trás do *framework*.

FIGURA 6 Arquitetura *IONIC*.



Fonte: <https://ionicframework.com/img/what-is-ionic/ionic-stack.png>

O módulo *web* permanecerá inalterado neste primeiro momento. Abaixo, a figura 4 mostra a tela inicial do *SIOCA web*.

² APACHE SOFTWARE FOUNDATION. Apache Cordova: 2018. Disponível em: <https://cordova.apache.org/>. Acesso em: 01 de out. 2018

³ MICROSOFT. TypeScript: 2018. Disponível em: <https://www.typescriptlang.org/>. Acesso em: 01 de out. 2018

FIGURA 7 Tela inicial do SIOCA



Fonte: Elaborado pelo autor

Devido ao sistema SIOCA ter sido desenvolvido utilizando a linguagem de programação JAVA, este trabalho pretende dar continuidade utilizando a mesma plataforma, além de ser importante ressaltar a sua compatibilidade com outros sistemas legados.

Já o acesso externo será realizado pelo módulo *mobile*, acessando os recursos com a tecnologia *Representational State Transfer (REST)* para executar as operações. *REST* é um conjunto de princípios arquiteturais, criados por *Roy Fielding* e apresentado em sua tese de doutorado no ano 2000⁴, e que permite a troca de mensagens entre sistemas heterogêneos. Para o *REST*, os verbos *HTTP (GET, POST, PUT, DELETE)* definem a ação que será realizada. Na arquitetura *REST*, funcionalidades são consideradas recursos (*resources*), que são acessadas através de *URIs* únicas. Abaixo, segue uma tabela explicativa:

TABELA 1 *URIs* com os recursos *REST* disponíveis.

Funcionalidade	URI
Login	/login
Cadastrar Ocorrência	/ocorrencia/cadastrar
Atualizar Ocorrência	/ocorrencia/atualizar
Buscar Ocorrências	/ocorrencia/buscar
Consultar Ocorrência	/ocorrencia/{idOcorrencia}
Selecionar Ocorrência	/ocorrencia/selecionar
Sincronizar Ocorrências	/ocorrencia/sincronizar
Gerar Roteiro Ocorrências	/ocorrência/roteiro

⁴ Fielding, Roy T., *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*: 2000. Disponível em: <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>. Acesso em: 10 de out. 2018

O *Backend*⁵, assim chamado por ser executado apenas no servidor e não possuir camada de apresentação, como páginas ou componentes visuais, não criar sessão diretamente para o usuário, sendo esse o componente responsável por fornecer os recursos consumidos pela camada externa. Neste componente ficam as classes de negócio, os serviços que realizam toda a inteligência do sistema e o tratamento da informação a ser retornada na camada superior de recursos externos. Como *container web Java*⁶, será utilizado o *Apache Tomcat*⁷, que é uma implementação de *software* livre das tecnologias *Java Servlet*, *JavaServer Pages* e *Java WebSocket*.

Abaixo são listados os detalhamentos dos requisitos funcionais e não funcionais do SIOCA mobile.

4.1 Requisitos Funcionais

FIGURA 8 Requisito “autenticar usuário”

Autenticar usuário	
Descrição do requisito: O sistema deve permitir a autenticação de usuários cadastrados a partir do Active Directory da Rede Windows, delegando permissões de acesso e privilégios para os diferentes perfis.	
Atores: Usuário.	
Prioridade:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Obrigatório
<input type="checkbox"/>	Importante
<input type="checkbox"/>	Desejável
Entradas e pré-condições: O usuário deve possuir login na rede VALEC.	
Saídas e pós-condições: O usuário consegue acessar o sistema de acordo com seu perfil e está pronto para utilizar as funcionalidades permitidas.	

Fonte: Elaborado pelo autor

⁵ DICTIONARY CAMBRIDGE. back end noun (COMPUTING): 2018. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/back-end>. Acesso em: 10 de out. 2018

⁶ ORACLE. The Java EE 5 Tutorial: 2010. Disponível em: <https://docs.oracle.com/javaee/5/tutorial/doc/bnabo.html>. Acesso em: 10 de out. 2018

⁷ APACHE SOFTWARE FOUNDATION. Apache Tomcat: 2018. Disponível em: <http://tomcat.apache.org/index.html>. Acesso em: 10 de out. 2018

FIGURA 9 Requisito “cadastrar ocorrência”.

Cadastrar Ocorrência
<p>Descrição do requisito: O sistema deve permitir que o usuário registre uma ocorrência com os seguintes dados:</p> <p>Ocorrência:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localização; • Tipo; • Gravidade; • Situação do Empreendimento; • Responsável; • Órgão interessado; • Trecho; • Lote; • Km inicial; • Km final; • Data registro; • PBA; • Verificadora; • Lado; • Descrição; <p>Coordenadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas UTM <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuso; ○ Leste; ○ Norte. • Coordenadas Geográficas <ul style="list-style-type: none"> ○ Latitude; ○ Longitude. <p>Imagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo; • Título; • Descrição. <p>Comentário: Deve possibilitar classificar a ocorrência como prioritária.</p> <p>Atores: Gestor</p> <p>Prioridade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desejável <p>Entradas e pré-condições: O usuário deve estar autenticado no sistema com o perfil Gestor.</p> <hr/> <p>Saídas e pós-condições: Os dados são consolidados. A ocorrência poderá ser salva e/ou enviada.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

FIGURA 10 Requisito “cadastrar ocorrência”.

Consultar Ocorrência
<p>Descrição do requisito: O sistema possibilita a consulta da ocorrência de acordo com os filtros de dados estabelecidos no sistema.</p> <p>Atores: Gestor e Visualizador.</p> <p>Prioridade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desejável <p>Entradas e pré-condições: O usuário deve está autenticado no sistema e deve existir alguma ocorrência cadastrada.</p> <p>Saídas e pós-condições: O sistema retornará ao usuário, a lista de ocorrências requeridas.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Requisitos Não Funcionais

FIGURA 11 Requisito “interface”.

Interface de fácil compreensão
<p>Descrição do requisito não funcional: O sistema deve ter interface de fácil compreensão para os diferentes usuários, contendo menus específicos, funcionalidades e nomes intuitivos.</p> <p>Prioridade:</p> <p> <input type="checkbox"/> Obrigatório <input checked="" type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desejável </p>

Fonte: Elaborado pelo autor

FIGURA 12 Requisito “desempenho”

Baixo tempo de respostas entre funcionalidades
<p>Descrição do requisito não funcional: O sistema deve garantir que ocorrências cadastradas sejam validadas em tempo mínimo.</p> <p>Prioridade:</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desejável </p>

Fonte: Elaborado pelo autor

FIGURA 13 Requisito “disponibilidade”.

Alta disponibilidade do sistema
<p>Descrição do requisito não funcional: O sistema deve estar sempre disponível aos usuários. Problemas de disponibilidade deverão ser corrigidos no menor tempo possível.</p> <p>Prioridade:</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desejável </p>

Fonte: Elaborado pelo autor

FIGURA 14 Requisito “tecnologia”

Tecnologias de desenvolvimento
<p>Descrição do requisito não funcional: O sistema será desenvolvido utilizando a linguagem Java de programação, Ionic e o sistema gerenciador de banco de dados será o Oracle 11g.</p> <p>Prioridade:</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Obrigatório <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Desejável </p>

Fonte: Elaborado pelo autor

5 RESULTADOS

De acordo com o modelo lógico existente apresentado, todas as chaves primárias das tabelas seguiam o padrão prefixo id, *underline* '_' e o sufixo nome da tabela. Como exemplo, a tabela tb_ocorrencia teve a chave primária id_ocorrencia. A tabela tb_ocorrencia continha os atributos descritivos de uma ocorrência ambiental e os respectivos id's das tabelas que se relacionam com ela.

A tabela tb_geolocalizacao continha os dados da geolocalização de uma ocorrência ambiental. Toda ocorrência ambiental tem como referencial na ferrovia a que pertence uma estaca e uma estaca é a marcação de quilômetro da ferrovia sendo esse realizado de 20 em 20 quilômetros. Dessa forma, o registro sempre foi realizado utilizando como referencial a tabela tb_estaca e foi realizado o registro na tabela tb_ocorrencia_estaca.

Já as fotos dos registros foram adicionadas na tabela tb_foto e sua localização (faixa de domínio, área de proteção permanente, canteiro de obra, etc.) na tabela tb_localizacao. Todos os comentários referentes a uma ocorrência, foram registrados na tabela tb_comentario e as justificativas de soluções para incidentes, foram registrados na tabela tb_justificativa e as notificações aos usuários relacionados a um registro foram adicionados na tabela tb_notificacao.

Os órgãos interessados na resolução do incidente, tais como o IBAMA, auditoria interna da VALEC, TCU e demais, foram adicionados na tabela tb_orgao_interessado e as recomendações orientadas pela equipe da SUAMB foram registradas na tabela tb_recomendacao.

Os registros relacionados a algum plano básico ambiental devem ser relacionados com os itens cadastrados na tabela tb_topico_pba. Todo o histórico de uma ocorrência foi gravado na tabela tb_historico_ocorrencia. As tabelas auxiliares, onde deverão ser gravados dados de características descritivas da concorrência são: tb_atributo_gravidade, tb_classe_gravidade, tb_tipo_ocorrencia, tb_verificacao e tb_validacao.

Abaixo é exibido uma parte do código com a implementação dos recursos disponibilizados ao modulo *mobile* na IDE do *Eclipse*.

FIGURA 15 Trecho do código da implementação do *Backend* do SIOCA Mobile no Eclipse.

```

workspace-testes - sioca-rest/src/main/java/br/gov/valec/siocarest/resources/OcorrenciaResource.java - Spring Tool Suite
File Edit Source Refactor Navigate Search Project Run Window Help
OcorrenciaResource... FotoService.java Foto.java OcorrenciaService... Ocorrencia.java UsuarioRepositoryja... imagen
35
36 @RestController
37 @RequestMapping(value = "/ocorrencias")
38 public class OcorrenciaResource {
39
40     @Autowired
41     private OcorrenciaService ocorrenciaService;
42
43     @Autowired
44     private LocalizacaoService localizacaoService;
45
46     @Autowired
47     private TipoOcorrenciaService tipoOcorrenciaService;
48
49     @Autowired
50     private TopicoPBAService topicoPBAService;
51
52     @RequestMapping(value =("/{id}", method = RequestMethod.GET)
53     public ResponseEntity<Ocorrencia> find(@PathVariable Long id) {
54         Ocorrencia obj = ocorrenciaService.findById(id);
55         return ResponseEntity.ok().body(obj);
56     }
57
58     @RequestMapping(method = RequestMethod.POST)
59     public ResponseEntity<Void> insert(@Valid @RequestBody OcorrenciaDTO obj) {
60         Ocorrencia ocorrencia = ocorrenciaService.insert(new Ocorrencia(obj));
61         URI uri = ServletUriComponentsBuilder.fromCurrentRequest().path("/{id}").buildAndExpand(ocorrencia.getId()).toUri();
62         return ResponseEntity.created(uri).build();
63     }
64
65     @RequestMapping(method = RequestMethod.GET)
66     public ResponseEntity<List<OcorrenciaDTO>> findAll() {
67         return findPage(0, 24, "dataRegistro", "DESC");
68     }
69
70     @RequestMapping(value="/page", method = RequestMethod.GET)
71     public ResponseEntity<List<OcorrenciaDTO>> findPage(
72         @RequestParam(value="page", defaultValue="0") Integer page,
73         @RequestParam(value="linesPerPage", defaultValue="24") Integer linesPerPage,
74         @RequestParam(value="orderBy", defaultValue="dataRegistro") String orderBy,
75         @RequestParam(value="direction", defaultValue="ASC") String direction) {
76
77         Page<Ocorrencia> lista = ocorrenciaService.findPage(page, linesPerPage, orderBy, direction);
78         List<OcorrenciaDTO> listaDTO = lista.stream().map(obj -> new OcorrenciaDTO(obj)).collect(Collectors.toList());
79         return ResponseEntity.ok().body(listaDTO);
80     }
81
82     @RequestMapping(value="/localizacoes", method=RequestMethod.GET)
83     public ResponseEntity<List<LocalizacaoDTO>> findAllLocalizacao(){
84         List<Localizacao> list = localizacaoService.findAll();
85         List<LocalizacaoDTO> listDTO = list.stream().map(obj -> new LocalizacaoDTO(obj)).collect(Collectors.toList());
86         return ResponseEntity.ok().body(listDTO);
87     }
88
89     @RequestMapping(value="/tipooorrencias", method=RequestMethod.GET)
90     public ResponseEntity<List<TipoOcorrenciaDTO>> findAllTipoOcorrencia(){
91         List<TipoOcorrencia> list = tipoOcorrenciaService.findAll();
92         List<TipoOcorrenciaDTO> listDTO = list.stream().map(obj -> new TipoOcorrenciaDTO(obj)).collect(Collectors.toList());
93         return ResponseEntity.ok().body(listDTO);
94     }
95

```

Fonte: Elaborado pelo autor

Parte da implementação do *Frontend* do aplicativo pode ser observada na imagem abaixo:

FIGURA 16 Trecho do código da implementação do *Frontend* do SIOCA *Mobile* no *VSCode*.

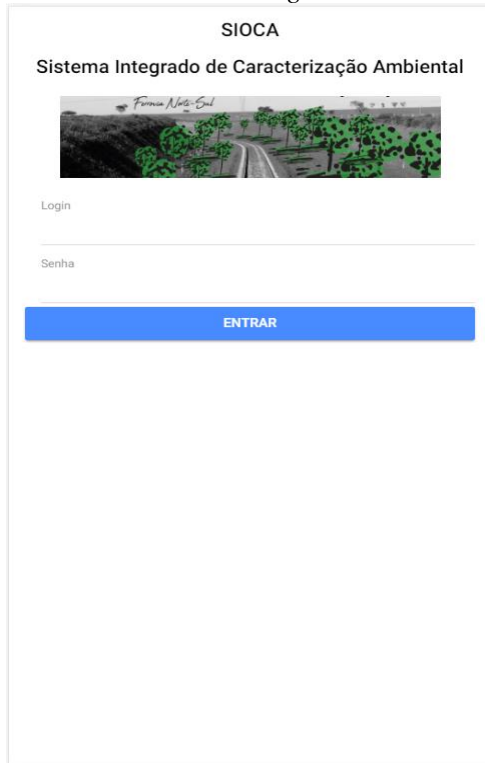
```

162
163  cadastrarOcorrencia() {
164    this.carregarOcorrencia();
165    console.log('Cadastrando ocorrencia...');
166    let loader = this.presentLoading();
167    this.ocorrenciaService.insert(this.ocorrencia).subscribe(response => {
168      console.log(response.headers.get('location'));
169      //this.showInsertOkToast()
170      this.showInsertOk();
171      loader.dismiss();
172    },
173    error => {
174      console.log(error);
175      loader.dismiss();
176      if (error.status == 403) {
177        this.navCtrl.setRoot('HomePage');
178      }
179    });
180  }
181
182  showInsertOk() {
183    let alert = this.alertCtrl.create({
184      title: 'Sucesso!',
185      message: 'Cadastro efetuado com sucesso',
186      enableBackdropDismiss: false,
187      buttons: [
188        {
189          text: 'Ok',
190          handler: () => {
191          }
192        }
193      ]
194    });
195    alert.present();
196  }
197
198  showInsertOkToast() {
199    const toast = this.toastCtrl.create({
200      message: 'Cadastro efetuado com sucesso',
201      duration: 3000
202    });
203    toast.present();
204  }
205
206  presentLoading() {
207    let loader = this.loadingCtrl.create({
208      content: 'Aguarde...'
209    });
210    loader.present();
211

```

Fonte: Elaborado pelo autor

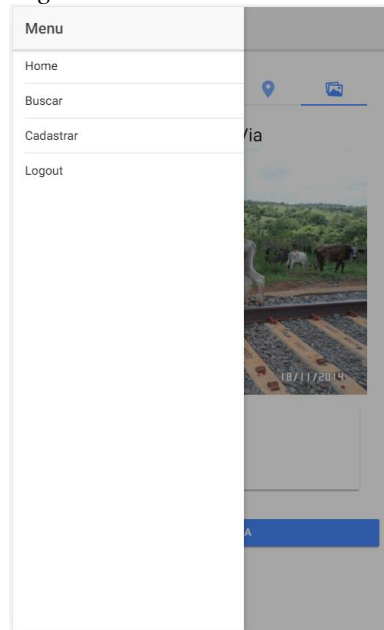
Abaixo a tela de *login* do SIOCA *mobile*, onde o usuário cadastrado na rede VALEC poderá efetuar login e ser direcionado a tela com as ocorrências cadastradas.

FIGURA 17 Tela de *login* SIOCA *Mobile*.

Fonte: Elaborado pelo autor

Abaixo a tela de *login* do SIOCA *mobile*, é possível observar o menu lateral com as funcionalidades da aplicação.

FIGURA 18 Menu após o *login* SIOCA *Mobile*.



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 19 apresenta a tela de busca de ocorrências do SIOCA *mobile*, onde o usuário pode buscar e selecionar o registro de interesse, são exibidos 10 registros de cada vez, para os próximos 10 registros serem apresentados basta o usuário arrastar a tela para cima.

FIGURA 19 Tela de busca no SIOCA *Mobile*



As próximas figuras mostram a tela de cadastro do SIOCA *mobile* e suas partes, nela é possível inserir uma nova ocorrência ambiental. Essa tela é dividida em abas com as diferentes partes de uma ocorrência, que são elas: dados descritivos, comentários, justificativas, geolocalização e registro fotográfico do fato gerador.

Podemos observar abaixo todos os campos da aba de registro descritivo de uma ocorrência ambiental.

FIGURA 20 Tela de cadastro dos dados descritivos no SIOCA *Mobile*.

The image displays two side-by-side screenshots of the SIOCA Mobile application's 'Cadastrar Ocorrência' (Register Occurrence) screen. Both screens show a form with various fields for recording an environmental incident.

Left Screenshot (Form Fields):

- Número único:** 000000.0000.00-00-00
- Trecho*:** Prolongamento Norte - FNS - Ferrovia Norte Sul
- Lote*:** (Empty)
- KM Inicial*:** (Empty)
- KM Final*:** (Empty)
- Data de Registro*:** (Empty)
- Localização:** Caminho de Serviço
- Tipo*:** Erosão/Assoreamento
- Gravidade*:** (Empty)
- Situação do Empreendimento*:** Obras em Andamento
- PBA*:** Programa de Proteção da Flora

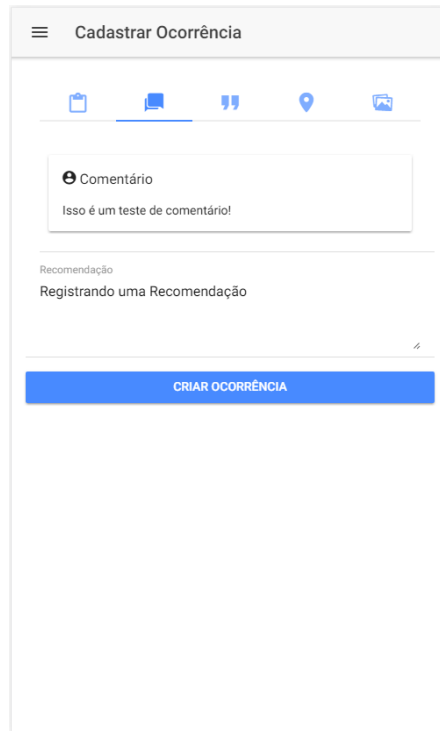
Right Screenshot (Form Fields):

- KM Final*:** (Empty)
- Data de Registro*:** (Empty)
- Localização:** Caminho de Serviço
- Tipo*:** Erosão/Assoreamento
- Gravidade*:** (Empty)
- Situação do Empreendimento*:** Obras em Andamento
- PBA*:** Programa de Proteção da Flora
- Lado*:** Lado Direito e Esquerdo
- Emergencial*:** (Empty)
- Descrição*:** (Empty)

At the bottom of the right screenshot, there is a blue button labeled 'CRIAR OCORRÊNCIA'.

Nesta aba são registradas as recomendações para solução do incidente verificado em campo pelos agentes ambientais, em forma de comentários.

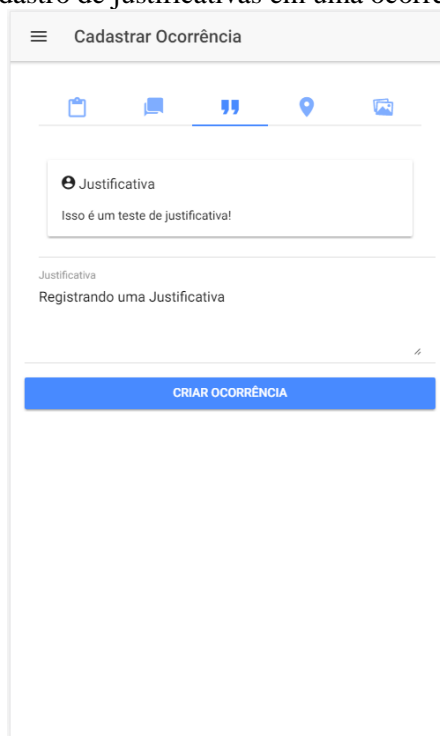
FIGURA 21 Tela de cadastro de comentários em uma ocorrência no SIOCA Mobile



The screenshot displays the 'Cadastrar Ocorrência' (Register Occurrence) screen. At the top, there is a header with a hamburger menu icon and the title 'Cadastrar Ocorrência'. Below the header is a navigation bar with five icons: a clipboard, a speech bubble, a quote, a location pin, and a photo. The main content area features a section titled 'Comentário' with a placeholder text 'Isso é um teste de comentário!'. Below this is a section titled 'Recomendação' with a placeholder text 'Registrando uma Recomendação'. At the bottom of the screen is a prominent blue button labeled 'CRIAR OCORRÊNCIA'.

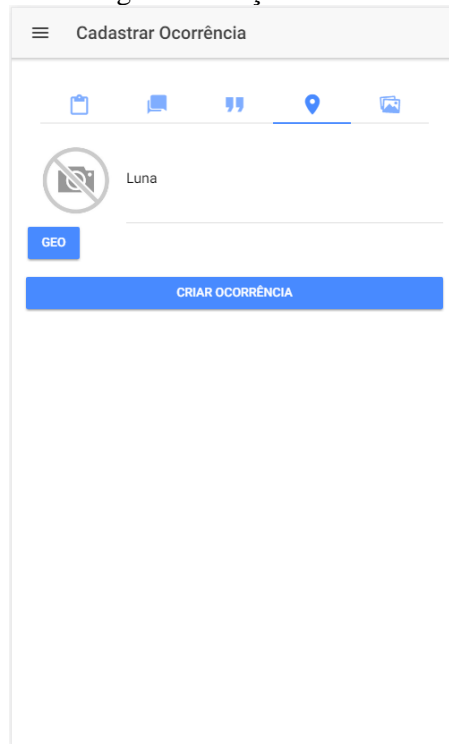
Neste momento são registradas as justificativas para solução do incidente verificado em campo, também em forma de comentários.

FIGURA 22 Tela de cadastro de justificativas em uma ocorrência no SIOCA Mobile.

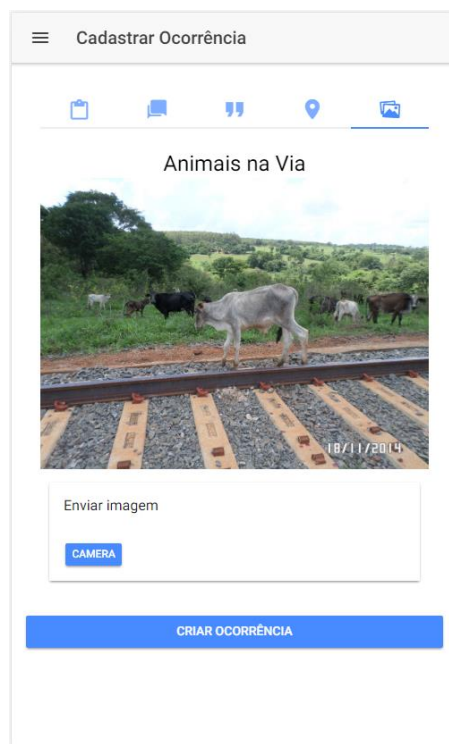


The screenshot displays the 'Cadastrar Ocorrência' (Register Occurrence) screen. At the top, there is a header with a hamburger menu icon and the title 'Cadastrar Ocorrência'. Below the header is a navigation bar with five icons: a clipboard, a speech bubble, a quote, a location pin, and a photo. The main content area features a section titled 'Justificativa' with a placeholder text 'Isso é um teste de justificativa!'. Below this is a section titled 'Justificativa' with a placeholder text 'Registrando uma Justificativa'. At the bottom of the screen is a prominent blue button labeled 'CRIAR OCORRÊNCIA'.

A figura a seguir mostra a aba onde serão registradas as coordenadas geográficas da ocorrência.

FIGURA 23 Tela de cadastro de geolocalização em uma ocorrência no SIOCA *Mobile*.

A última aba contém a funcionalidade captura da imagem do fato gerador da ocorrência.

FIGURA 24 Tela de cadastro de fotos em uma ocorrência no SIOCA *Mobile*

Fonte: Elaborado pelo autor

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento desta aplicação foi uma experiência riquíssima, desde o planejamento do que seria construído, como seria construído, até o público que seria atendido.

Entender como funciona o processo de fiscalização ambiental dos empreendimentos da VALEC, a sua importância para a preservação do meio ambiente, diminuição de poluentes, na proteção e monitoramento da fauna e flora nativas, no cuidado com comunidades frágeis dentro e próximas a área de influência do empreendimento e na compensação ambiental. Sendo também fundamental para a obtenção de licenças junto ao IBAMA, para o desenvolvimento dos projetos da ferrovia.

Aprender uma nova linguagem de programação como o *Type Script*, que é um super conjunto tipado de JavaScript que pode ser compilado para JavaScript simples. Posteriormente integrar o código produzido a linguagem de programação Java, foi um desafio muito interessante e gratificante por conseguir fazê-lo de forma satisfatória, um conhecimento que será muito aproveitado no meu dia a dia.

Foi preciso muito esforço e conversas, para vencer obstáculos para disponibilizar o ambiente mínimo de desenvolvimento da aplicação junto as áreas de sistemas, banco de dados, infraestrutura e negocial. Como acessos e permissões em servidores de aplicação, de banco de dados, permissões no firewall, disponibilização de URL externas, informações negociais e comportamentais dos usuários finais.

O produto apresentado a equipe da SUAMB, gerou muita expectativa, feedback positivo e ansiedade pela disponibilização para equipe de campo. Apesar da boa receptividade, ainda são necessários alguns ajustes e finalização de funcionalidades, algo que não foi possível devido ao exíguo prazo para o desenvolvimento do software.

Com o escasso tempo no cronograma, foi decidido que algumas funcionalidades serão entregues na versão mobile 2.0, entre elas a de rotas (traking) e sincronização de dados offline. Esses requisitos terão prioridade alta, para a próxima entrega do aplicativo.

Para que o que foi proposto atenda de forma satisfatória a SUAMB e que seja de fácil manutenção pela equipe da SUPTI, a implementação do sistema foi idealizada em módulos com funções e responsabilidades distintas, sendo eles: o módulo de serviços, o módulo *mobile* e o módulo *web*.

Com essa solução será possível facilitar a coleta de dados de ocorrências ambientais, adicionar de forma mais precisa informações georreferenciadas por meio do *GPS* do celular,

possibilitar a equipe de fiscalização localizar e criar roteiros e trajetos de vistoria via mapa do aparelho celular e eliminar a necessidade do retrabalho de digitação das informações adquiridas em campo.

Este tipo de solução poderá ser incorporado, inclusive, por outras áreas da VALEC, como a Superintendência de Arqueologia e Desapropriação (SUDES), a Superintendência de Construção (SUCON), a Superintendência de Operação Ferroviária (SUGOF) e demais superintendências interessadas, possibilitando, assim, economia na contratação de soluções do mesmo segmento.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1/86, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF ; 02 maio 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 09 out 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no 237/97, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22/12/1997. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 03 out. 2018.

BRASIL. Lei no 11.772, de 17 de setembro de 2008. Acrescenta e altera dispositivos na Lei no 5.917, de 10 de setembro de 1973, que aprova o Plano Nacional de Viação; reestrutura a VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.; encerra o processo de liquidação e extingue a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT; altera as Leis nos 9.060, de 14 de junho de 1995, 11.297, de 9 de maio de 2006, e 11.483, de 31 de maio de 2007; revoga a Lei no 6.346, de 6 de julho de 1976, e o inciso I do caput do Artigo 1º da Lei no 9.060, de 14 de junho de 1995; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11772.html. Acesso em: 03 out. 2018.

IBGE. **Coleta-de-dados**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/coleta/coleta-de-dados.html>. Acesso em 15 de out. de 2018,

FREEMAN, Eric. **Use a Cabeça! Padrões de Projetos (Design Patterns) 2ª ed.** Rio de Janeiro: ALTABOOKS, 2008. 496 p.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software. 8ª ed.** São Paulo: Pearson, 2007. 568 p.