

FACULDADE PROFESSOR MIGUEL ÂNGELO DA SILVA SANTOS – FeMASS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso II

POR:

GUSTAVO ALBERTO DE SOUZA LEMOS

MACAÉ

2022

FACULDADE PROFESSOR MIGUEL ÂNGELO DA SILVA SANTOS – FeMASS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Gustavo Alberto de Souza Lemos

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Trabalho Final apresentado ao curso de graduação em Sistemas de Informação, da Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos (FeMASS), para obtenção do grau de BACHAREL em Sistemas de Informação.

Professor Orientador: Professor Dr. Alan Carvalho Galante

MACAÉ/RJ

2022

GUSTAVO ALBERTO DE SOUZA LEMOS

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Nome do Curso, da Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos (FeMASS), para obtenção do grau de BACHAREL em Nome do Curso.

Aprovada em \_\_\_ de \_\_\_\_\_\_\_ de 20\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. (orientador)

Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos (FeMASS)

1º Examinador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. (convidado)

Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos (FeMASS)

2º Examinador

CÓPIA DA ATA ASSINADA APÓS A BANCA

**DEDICATÓRIA**

Elemento opcional, colocado após a folha de aprovação. O texto deve ser justificado e espaçamento simples.

**AGRADECIMENTO**

Folha onde o autor faz agradecimentos dirigidos àqueles que contribuíram de maneira relevante à elaboração do trabalho. Elemento opcional, colocado após a dedicatória. O texto deve ser justificado e espaçamento simples.

**EPÍGRAFE**

Folha onde o autor apresenta uma citação, seguida de indicação de autoria, relacionada com a matéria tratada no corpo do trabalho. Usar espaçamento simples e texto justificado.

**RESUMO**

Elemento obrigatório, constituído de uma sequência de frases concisas e objetivas e não de uma simples enumeração de tópicos, não ultrapassando 500 palavras, seguido, logo abaixo, das palavras representativas do conteúdo do trabalho, isto é, palavras-chave e/ou descritores. Deve ser apresentado em parágrafo único, com espaçamento simples, resumindo o trabalho.

Palavras-chave: Inserir até 4 palavras. Cada palavra deverá iniciar em maiúsculo e separarem-se por ponto.

**ABSTRACT**

Traduza seu resumo para o inglês

Key words: Inserir até 4 palavras. Cada palavra deverá iniciar em maiúsculo e separarem-se por ponto.

**LISTA DE FIGURAS**

Elemento opcional, que deve ser elaborado de acordo com a ordem apresentada no texto, com cada item designado por seu nome específico, acompanhado do respectivo número da página. Quando necessário, recomenda-se a elaboração de lista própria para cada tipo de ilustração (desenhos, esquemas, fluxogramas, fotografias, gráficos, mapas, organogramas, plantas, quadros, retratos e outros).

Se houver mais de dez figuras é necessário ter lista.

**LISTA DE TABELAS**

Elemento opcional, elaborado de acordo com a ordem apresentada no texto, com cada item designado por seu nome específico, acompanhado do respectivo número da página.

Se houver mais de dez tabelas é necessário ter lista.

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Elemento opcional que consiste na relação alfabética das abreviaturas e siglas utilizadas no texto, seguidas das palavras ou expressões correspondentes grafadas por extenso. Recomenda-se a elaboração de lista própria para cada tipo.

Só é necessário se houver mais de 10 abreviaturas e/ou siglas.

**SUMÁRIO**

De acordo com a NBR 6027, sumário é o último elemento pré-textual, definido como a enumeração das divisões, seções e outras partem de uma publicação, na mesma ordem e grafia em que a matéria nele se sucede. Nele não devem constar os elementos pré-textuais.

**Observação**: Usar o número da primeira página para apresentar a paginação.

[INTRODUÇÃO 12](#_Toc96440250)

[2 TÍTULO DO CAPÍTULO 15](#_Toc96440251)

[3 TÍTULO DO CAPÍTULO 32](#_Toc96440252)

[3.1 Seção 1 **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc96440253)

[3.2 Seção 2 **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc96440254)

[4 TÍTULO DO CAPÍTULO Erro! Indicador não definido.](#_Toc96440255)

[CONSIDERAÇÕES FINAIS 44](#_Toc96440256)

[REFERÊNCIAS 45](#_Toc96440257)

[ANEXO A 46](#_Toc96440258)

[APÊNDICE A 47](#_Toc96440259)

# INTRODUÇÃO

A emenda constitucional nº19 do artigo 37 parágrafo 3 incentiva a promoção de meios de participação do usuário cidadão, especialmente referente ao acesso a registros administrativos e às informações sobre as atividades governamentais bem como à prestação de serviços dos órgãos públicos em forma de solicitação e fiscalização.

De acordo com Sant’ana(2009, p.19) a adoção de tecnologias da informação e comunicação (TIC) é uma alternativa viável para a participação ativa do usuário cidadão referente à área de administração pública pois, especificamente em prestação de serviços público, existe uma forte demanda tanto nas formas de solicitar atendimento, por parte do cidadão, quanto nas formas de receber e responder um pedido de atendimento, por parte dos servidores públicos.

Sabendo que a Constituição de 1988, por intermédio do artigo 18, garante certo grau de autonomia tanto aos estados quanto aos municípios, algumas cidades já se mobilizaram em relação às formas de interatividade entre cidadão e governo. Dentre os exemplos pode-se referenciar a cidade de Volta Redonda que implantou o aplicativo “Fiscaliza VR” (PREFEITURA DE VOLTA REDONDA, 2019) para tornar seu atendimento mais acessível e dinâmico à população.

Macaé também aderiu ao movimento de inovação de interação com a sua população, conforme o Decreto Municipal nº 97 de 16 de julho de 2019, inaugurando o laboratório de inovação, sob a responsabilidade da secretaria de planejamento, batizado de Inova Macaé cujo vasto escopo de atividades desempenhadas pela equipe inclui as práticas de melhorias no atendimento ao usuário.

Em menos de um ano, dentre várias outras atividades desempenhadas como treinamentos e palestras, os integrantes do Inova também desenvolveram um aplicativo para dispositivos móveis chamado de Macaé App (INOVA MACAÉ, 2020) o qual pode ser obtido através das lojas de aplicativos móveis como *Google Pla*y ou *Apple Store*.

Diante desse contexto, o Macaé App viabiliza uma aproximação entre o município e os cidadãos de maneira que a prefeitura tenha uma participação mais ativa no cotidiano da população e torne-se mais eficiente em tomar conhecimento das necessidades da população, tais necessidades podem ser impercebíveis quando obtidas através de processos burocráticos herdados há gerações passadas.

O aplicativo serve como uma interface da prefeitura para o cidadão e suas funcionalidades são agrupadas em segmentos como mobilidade urbana, educação, participação cidadã, saúde, Procon, zeladoria urbana, entre outros. A cada segmento de serviço é designado um sistema de software para lidar com a sua respectiva complexidade do escopo.

Por sua vez, o sistema de software referente ao segmento de zeladoria urbana, conhecido como “Macaé Fiscaliza”, apresenta uma considerável relevância por assegurar uma comunicação rápida, eficiente e econômica. Através do “Macaé Fiscaliza” os usuários são capazes de notificar o município sobre irregularidades, problemas ou solicitação de serviços nas áreas de infra-estrutura, segurança, saúde, saneamento, meio ambiente, urbanismo, energia, transporte público, limpa e conservação, mobilidade urbana, dentre outros.

Apesar de seu funcionamento ser regular, o sistema interno do “Macaé Fiscaliza” apresenta fragilidades porque foi desenvolvido por ferramentas que não requerem programação o que o caracteriza não somente “engessado” pela impossibilidade de adaptação às necessidades dos usuários como dependente de ferramentas de terceiros, outra preocupação são as queixas dos funcionários da prefeitura que se submetem ao retrabalho durante sua utilização.

Nesse contexto, como objetivo geral, o presente estudo se compromete em desenvolver um protótipo de sistema, capaz de atender as necessidades dos *stakeholders* (funcionários, cidadão), utilizando conceitos de engenharia de software, arquitetura *web*, segurança e ferramentas modernas.

Para garantir a efetividade deste compromisso, destacam-se como objetivos específicos: Projetar o sistema que deve atender todo o processo de atendimento do “Macaé Fiscaliza” através de metodologias ágeis, diagramas *UML* e “*User Stories*” para caracterizar as atividades exercidas pelos funcionários; Aplicar a metodologia *SCRUM* no processo de desenvolvimento de software; Aplicar a arquitetura de *webservice* na aplicação *backend* tornando possível a comunicação com diversos dispositivos utilizando o ecossistema *Spring*; Construir uma aplicação *backend* responsável por centralizar a autenticação dos usuários, obedecendo o protocolo *oauth*2.1, para que seja utilizada em múltiplas aplicações; Construir uma aplicação *backend* que aplique processos de registro e comunicação com o cidadão na prestação de serviços de zeladoria urbana; Implementar uma aplicação que possa servir de interface para o cidadão permitindo ser acessada através de qualquer dispositivo; Implementar uma aplicação que sirva de interface para o servidor público.

A investigação abordada teve o cunho de propor uma solução para os problemas inicialmente apresentados e demonstrá-la em prática, ao classificar esta pesquisa obedecendo a taxonomia estabelecida por Prodanov (2013, p.128) trata-se de uma “pesquisa-ação”; mediante ao contexto apresentado, foi requerida uma abordagem qualitativa e quantitativa. Para a coleta de dados, a pesquisa se submeteu a sucessivas entrevistas informais com a equipe Inova junto aos técnicos da prefeitura.

Relativo à estruturação do projeto este capítulo serviu como uma apresentação introdutória das justificativas, do problema, objetivos geral e específicos, além da metodologia utilizada.

Em seguida, no segundo capítulo é discutido o referencial teórico sobre: as ferramentas de engenharia de software e gerência de projetos que foram utilizadas no sistema de software em questão; arquiteturas *web*; contexto sobre metodologias ágeis e o *SCRUM*; processo de autenticação e autorização; tecnologias utilizadas no desenvolvimento (*frameworks*, linguagens e banco de dados).

No terceiro capítulo é apresentado o contexto do problema da pesquisa abordando o funcionamento do aplicativo de zeladoria urbana “Macaé Fiscaliza” junto das informações obtidas através dos colaboradores entrevistados.

No quarto capítulo, aborda o as etapas do processo de desenvolvimento do sistema e os possíveis obstáculos encontrados.

Por sua vez, o quinto capítulo trata dos testes e validações da aplicação em funcionamento. Por fim, o sexto capítulo apresenta a conclusão e as propostas de trabalhos futuros.

# 2 CONCEITOS E FERRAMENTAS APLICADAS NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O presente capítulo expõe elementos teóricos, práticos e o ferramental necessário para construir o sistema. Sua progressão parte de elementos mais abstratos e brandos para elementos mais específicos.

**2.1 MÉTODOS ÁGEIS**

Nas palavras de Pressman (2011, p.82): “Em muitas situações, não se conseguirá definir completamente os requisitos antes que se inicie o projeto. É preciso ser ágil o suficiente para dar uma resposta ao ambiente de fluidos negócios”, obedecendo a essas condições os métodos ágeis podem ajudar no desenvolvimento de aplicações de software.

Esses métodos são mais objetivos se comparados aos seus antecessores, como o cascata, dedicando a utilização de recursos principalmente na construção de software ao invés de alocá-los em quantidade considerável na preparação do projeto.

A metodologia ágil é aplicável em sistemas de pequeno a médio porte cujos requisitos podem mudar constantemente focando nas etapas desenvolvimento e teste. Sommerville (2016, p.74, tradução nossa) acrescenta que os métodos ágeis são incrementais onde cada incremento é pequeno e novas versões são disponibilizadas aos usuários a cada duas ou três semanas. Em outra obra do mesmo autor (2021, p.32, tradução nossa) é declarado que cada incremento deve apresentar um pequeno número de funcionalidades do software.

Novamente o autor explica que os métodos ágeis são norteados pelos valores do manifesto ágil e elencou aqueles que se aplicam na maioria dos métodos, esses valores são: engajamento do cliente; adesão às mudanças; entregas incrementais; manutenção da simplicidade e, por último, pessoas acima de processos. (2016, p.76, tradução nossa)

Sommerville (2021, p.61, tradução nossa) reitera que existem diversas técnicas para identificar o processo e a forma que os usuários trabalham, dentre elas a entrevista e a etnografia, porém análises e conversas informais também são efetivas e menos custosas.

A partir do momento que há motivação de criar um novo sistema voltado a automatizar um processo é necessário identificar os potenciais usuários, os interessados (*personas*), os possíveis cenários e os requisitos do sistema (expressos em *user stories*).

Grosso modo, *personas* são *stakeholders* que operam o sistema ademais, por meio da obra de Sommerville previamente citada (p.65), *personas* são ilustrações de usuários que auxiliam a identificar os propósitos do software e como usá-los.

Quanto o cenário, caracteriza-se como uma narrativa que descreve as circunstâncias de uso do sistema em potencial e que apresenta um problema junto da possível solução para resolvê-lo. Para o cenário detalha-se apenas o que for considerado necessário e por esta razão o cenário se distingue de uma especificação minuciosa.

Por sua vez, através da definição do *PMI* (2017, p.170, tradução nossa) user story é uma breve descrição de um valor, ou funcionalidade, que pode ser entregue a um usuário específico. Sommerville (2021, p.76) adiciona que esse valor deve expressar necessidades indivisíveis, contudo uma *user story* que não se restringe a uma única unidade de trabalho é chamada de *epic* ou épico. Em outras palavras um épico é uma descrição de requisitos em formato de *user story* que se desmembra em tarefas menores.

Basicamente os requisitos do sistema formatados em *user stories* se expressam como enunciados que indicam a *persona*, a funcionalidade que o sistema deve fornecer para essa *persona* e, quando necessário, a razão de existência da funcionalidade.

A vantagem em adotar esses conceitos se encontra na facilidade de comunicação e entendimento entre os desenvolvedores e os usuários contribuindo para a concepção de um software harmônico com os processos e indivíduos que participam da execução negócio.

A informalidade proposta pelo conjunto de métodos é justificada por cumprir com os objetivos de maneira a evitar desperdício de recursos em formalidades irrelevantes. E por isso, *user stories* e cenários não seguem uma especificação normativa; com base nas considerações de Sommerville (2021, p.80) essas práticas são ferramentas com função de explorar a criatividade semelhante ao propósito do *brainstorming*, por exemplo.

**2.2 SCRUM**

Após obter um esclarecimento aceitável sobre o sistema com a coleta de requisitos necessários para o sistema, possivelmente em formato de *user stories*, e de esboçar um projeto inicial, seja através de protótipos gráficos ou diagramas, inicia-se as etapas de desenvolvimento porém mantendo o planejamento em paralelo ainda que, nas palavras de Sommerville (2021, p.38), o planejamento deva ser informal e com mínima documentação.

O *SCRUM* pode ser entendido como um conjunto de métodos que objetivam auxiliar na gestão de desenvolvimento de um projeto e na comunicação entre a equipe de desenvolvimento e seus clientes.

*SCRUM* estabelece um fluxo de desenvolvimento cíclico, e iterativo por consequência; cada ciclo é denominado de *sprint*. Através desse fluxo Sbrocco & Macedo (2012, p.162) relatam que são gerados o três artefatos que dentre os relevantes estão o *product backlog* e o *sprint backlog*.

O *product backlog* define-se como uma lista de requisitos ordenados com base na prioridade de construção enquanto na explicação dos autores (p. 169) o *spring backlog*: “representa todas as tarefas que devem ser desenvolvidas durante um *sprint* ou iteração”.

É relevante mencionar que Sommerville (2021, p.42) aponta o costume do *SCRUM* de ser empregado no meio educacional e de pesquisa, pois há casos que o software desenvolvido faz parte do conteúdo aprendido.

**2.3 UML**

A base conceitual da *UML* é o paradigma orientado a objetos que promove a perspectiva de que a realidade deve ser expressa como um conjunto de objetos que se relacionam entre si, este paradigma se difundiu na engenharia de software tanto acadêmica quanto comercial.

Inclusive é possível associar tal paradigma tanto à teoria das ideias, desenvolvida por Platão quanto à teoria da forma e substância de Aristóteles. Analogamente as idéias ou formas abstratas de Platão são equivalentes ao termo da orientação a objetos conhecido como “classe” enquanto a forma e substância de Aristóteles equivalem ao termo “objeto” e, portanto o objeto é uma instância da classe.

Retomando, a sigla *UML* significa *Unified Modeling Language* que se traduz em um conjunto de diagramas comportamentais e estruturais que ilustram um projeto de software em diferentes perspectivas. Dentre os diagramas estruturais, o mais relevante é o diagrama de classes pois, através de Rumpe (2017, p.34), expressa o cerne do desenvolvimento de muitos sistemas de software.

O diagrama de classes deixa explícito como os dados devem se estruturar e como as estruturas devem se relacionar, não há artefato *SCRUM* que apresente tal característica de suma importância, desse modo o diagrama de classes pode ser usado como documentação mínima para complementar os métodos ágeis.

**2.4 HTTP**

*HyperText Transfer Protocol*, *HTTP* é um protocolo de comunicação que atua na camada de aplicação do padrão de rede de computadores conhecido como o *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*, *TCP/IP*. O *HTTP* é descrito como base para a rede mundial de computadores e denominado como “linguagem nativa” dos servidores *web*. (TANENBAUM, 2011, tradução nossa)

Tal comunicação é baseada no envio de requisições através computador, denominado cliente *HTTP*, por serviços ou dados armazenados em um servidor *HTTP* que por sua vez processa a requisição e retorna o conteúdo solicitado vinculado a uma resposta. (GOURLEY;TOTTY, 2002, p.4, tradução nossa)

O fato de o protocolo ser aplicado à rede mundial de computadores deixa implícito que um conteúdo fornecido pelo servidor *HTTP* pode ser acessível por clientes *HTTP* em qualquer parte do mundo e tecnicamente implica que comunicação cliente-servidor é intermediada por outros computadores conforme descrito pela *MDN Web Docs* (2022), “Entre a solicitação e a resposta existem várias entidades, designadas coletivamente como *proxies*, que executam operações diferentes e atuam como *gateways*(intermediários) ou *caches*”.

Para esclarecimento, o termo “*cache*”, apresentando no parágrafo anterior, pode ser empregado para identificar métodos de armazenamento temporário de conteúdos com alta freqüência de acessos, então a utilização de “*cache*” visa reduzir o tempo de acesso.

**2.4.1 URL**

Qualquer conteúdo ou serviço que pode ser disponibilizado por um servidor específico é um recurso *web* e para que um recurso possa ser rastreável é adotado um mecanismo conhecido com *Unified Resource Locator*, URL. (GOURLEY;TOTTY, op. cit.)

O URL é um tipo de URI, *Unified Resource Identifier*, cuja estrutura se inicia pelo idetificador do protocolo de comunicação utilizado; logo em seguida pelo endereço do servidor e do caminho (*PATH*) para acessar o recurso a partir do servidor.

**2.4.2 MÉTODOS HTTP**

Parte integrante de toda requisição responsável por indicar ao servidor qual ação deve ser executada. De acordo com Richardson & Ruby (2007, p.96), dentre o conjunto de métodos disponíveis *GET*, *POST*, *PUT* e *DELETE* são utilizados nas operações mais comuns.

O método *GET* é usado em situações que o cliente solicita uma busca por dados, por sua vez *POST* é utilizado para a postagem, criação de um novo conteúdo no servidor, o *PUT* serve para a alteração de dados já existentes no servidor enquanto o *DELETE* excluí algum recurso armazenado no servidor. Tanenbaum (2011, p.686) afirma que os métodos devem ser declarados em letras maiúsculas.

**2.4.3 STATUS HTTP**

Transmitido pelo servidor é a forma de informar se a requisição foi devidamente processada caso contrário é indicado a ocorrência de falhas durante o recebimento ou processamento.

Conforme a *MDN Web Docs* (2022), os status são representados em código numérico de três dígitos agrupados em cinco classes: indicadores de informação (100 a 199); indicadores de sucesso (200 a 299); indicadores de redirecionamento (300-399); indicadores de falha no cliente (400 a 499) e indicadores de erro no servidor (500 a 599).

**2.4.4 ESTRUTURA DA MENSAGEM HTTP**

Goruley & Totty, et al(2002, p.10) descrevem que tanto uma requisição HTTP quanto uma resposta HTTP podem ser generalizadas com uma mensagem e que as mensagens trocadas entre cliente e servidor apresentam a mesma estrutura dividida em três partes: linha inicial ou *start line*; campos de cabeçalho ou *header fields*; e corpo ou *body*.

* **Linha inicial**: Parte integrante obrigatória cujo propósito varia de acordo com o tipo de mensagem, para uma requisição esta parte deve descrever o método HTTP e o caminho do recurso relativo ao servidor requisitado, enquanto para a resposta esta parte deve ser dedicada a informar o status HTTP.
* **Campos de cabeçalho**: Parte opcional da mensagem a qual geralmente é utilizada para auxiliar no detalhamento da mensagem, cada item do cabeçalho é composto por nome e valor. Mais um detalhe é que cada item deve ser separado por ponto e vírgula(;). Os cabeçalhos podem conter dados sobre o cliente; o servidor; o conteúdo transmitido; as credenciais do usuário e muitas outras opções. Richardson & Ruby (2007, p.238) comparam a estrutura de uma mensagem HTTP com um envelope de correspondências assim como os cabeçalhos se comportam como carimbos que acrescentam informações, no caso das correspondências sobre seu trajeto.
* **Corpo**: Parte responsável por armazenar o recurso solicitado, sua obrigatoriedade é situacional.

**2.5 ARQUITETURA DE SOFTWARE**

Conforme Pressman (p.230, *apud* BASS, et al, 2003): “ A arquitetura de software de um programa ou sistema computacional é a estrutura ou estruturas do sistema, que abrange os componentes de software, as propriedades externamente visíveis desses componentes e as relações entre eles.”ou seja, sem grande rigor é a forma que um sistema de software é organizado e estruturado.

Sabendo que um sistema de software pode ser uma composição de diversos programas e cada programa é um conjunto de instruções de máquina sequenciados de forma lógica para exercer alguma ação específica, torna-se necessário orquestrar os componentes do sistema possibilitando a devida interação entre os mesmos. Por isso é indispensável elaborar um projeto de arquitetura de software nos estágios iniciais do desenvolvimento. Bezerra (2015, p.291) traduz arquitetura de software como uma arquitetura lógica de um sistema computacional.

Sommerville (2006, p.242, *apud* HOFMEISTER, et al, 2003) destaca que a arquitetura de software pode servir como uma maneira de estruturar as discussões com os indivíduos envolvidos e negociar os requisitos a serem atendidos pelo sistema. Além disso, completa (p.242, *apud* BOSCH, 2000) sugerindo que a arquitetura do sistema impacta na performance, consistência, distribuição e manutenção do sistema. O conceito de arquitetura de software pré-determina categorias ou modelos.

Desenvolver um software é uma tarefa mais dinâmica que desenvolver um edifício, por exemplo, justamente pelo software ser subjetivo, virtual é que os programas de computador não obedecem às leis da física como os demais projetos de engenharia e assim não se submetem a tantas restrições. Tal façanha deve ser mérito da ciência da computação em tornar essa subjetividade em algo computável.

Com isso o sistema pode ser elaborado utilizando mais de uma arquitetura de software ou ainda compilar características de diversas arquiteturas. De acordo com Sommerville (2006, p.246): “[…] Em alguns casos a arquitetura geral do sistema pode ser composta por uma combinação de diferentes arquiteturas.”

**2.5.1 PADRÕES DE ARQUITETURA**

O desenvolvimento de um sistema de software é suscetível a problemas e Ingeno (2018, p.214) manifesta o padrão de arquitetura de software como solução para uma “família” de problemas recorrentes pertencentes a um contexto específico.

Ao sintetizar a definição de Raj, et al (2017, p.13), um padrão de arquitetura serve como molde para a organização estrutural de sistemas complexos de forma a solucionar problemas recorrentes das circunstâncias pré-definidas que o software deve se submeter.

Ademais, através de Fielding (2000, p.6) entende-se que a arquitetura de software remete ao comportamento do software durante sua execução sob uma “macro” perspectiva ao invés de ser uma estrutura que se resume no código de programação que gera o sistema.

Ingeno (op. cit., p.215) explica que os padrões de arquitetura podem ser aplicados no sistema como um todo ou parcialmente e que mais de um padrão pode ser aplicado no mesmo software, pois um problema pode ser resolvido com uma combinação de soluções.

Acerca da aplicação em um projeto, Raj, et. al(op. cit, p.36) defende o uso de múltiplas arquiteturas afirmando que é uma atitude recomendável por especialistas e personalidades do ramo para acelerar e facilitar o desenvolvimento caso necessário.

E Fielding (op. cit., p.5) esclarece que um sistema pode ser composto em níveis hierárquicos de abstração onde cada nível pode apresentar uma arquitetura de software desde que respeite o nível superior.

Quanto ao conceito de abstração, nas palavras de Shvets (2021, p.15): “Abstração é um modelo de um fenômeno ou objeto do mundo real que representa todos os detalhes relevantes ao contexto, ou perspectiva, e omite os demais detalhes”

**2.5.2 ARQUITETURA MULTICAMADAS**

Antes de prosseguir é fundamental definir o significado de separação de conceitos que, baseado em Ingeno (op. cit., p.183), é um princípio que um sistema atinge quando ele se estrutura em componentes independentes para gerenciar suas funcionalidades de forma a reduzir sua complexidade.

A arquitetura multicamadas decompõe o sistema ou aplicação em elementos menores onde cada um é responsável por parte do conjunto de funcionalidades da aplicação que remete a separação de conceitos e torna o sistema adaptável a mudanças. Devido a questões de tradução, uma arquitetura multicamadas pode ser *multi-layer* ou *multi-tier*, o que as distingue são suas abordagens e o elemento decomposto.

Uma arquitetura *multi-layer* separa uma aplicação de software em componentes lógicos, por sua vez uma arquitetura *multi-tier* segrega um sistema em aplicações (ou programas) distintas as quais podem se localizar em mais de uma máquina física (INGENO, op. cit., p.217). Em outros termos, enquanto uma arquitetura *multi-layer* segrega logicamente, a arquitetura *multi-tier* segrega topologicamente.

É importante esclarecer que um sistema *multi-layer* organiza seus elementos em camadas hierárquicas onde cada camada fornece serviços para a sua superior. (FIELDING, op. cit., p.46).

**2.5.3 ARQUITETURA CLIENTE-SERVIDOR**

O modelo cliente servidor é uma das arquiteturas de software voltadas para sistemas distribuídos, através de Sommerville (2006, p.267): “Um sistema distribuído é um sistema onde a informação é distribuída através de diversos computadores ao invés de estar confinado em uma única máquina”.

O autor reforça que os principais componentes desse modelo são: um conjunto de servidores, responsável por oferecer um serviço; um conjunto de clientes, que realizam as chamadas dos serviços ofertados pelos servidores; e a rede, que é o meio que permite o acesso do cliente ao servidor. (p.249)

Entretanto na perspectiva de projeto e desenvolvimento de software, Richards & Ford (2020, p.121) explicam que um sistema baseado na arquitetura cliente-servidor segrega suas funcionalidades técnicas em duas classes de aplicação: *frontend* e *backend*.

O *frontend* atua como cliente, servindo como o meio de acesso ao usuário do sistema além de poder processar parte da lógica do negócio, baseado em Ingeno (op. cit., p220), dependendo das limitações do hardware e da necessidade das pessoas envolvidas com o sistema (*stakeholders*).

E o *backend* atua como servidor, é geralmente responsável por monitorar mensagens recebidas do *frontend* e pelo gerenciamento dos dados. Em muitos casos o *backend* processa a maior parte da lógica da aplicação sob as definições de Ingeno (op. cit., p.220).

Dentre as vantagens de um modelo derivado de uma arquitetura de um sistema distribuído estão: compartilhamento de recursos (*hardware* ou *software*); intercambialidade de recursos mediante à padronizações não autorais; processamento concorrente; escalabilidade e tolerância a falhas. (SOMMERVILLE,2006, p.267 *apud* COULOURIS, et. al, 2001).

**2.5.4 WEBSERVICES**

No início da internet o acesso aos recursos disponibilizados pelo servidor era viável apenas através de um navegador de internet instalado na máquina do usuário**,** tal restrição impedia o aproveitamento de funcionalidades de servidores já existentes em novas aplicações *backend*.

Sommerville (2016, p.521) indica que os *webservices* surgiram da impraticabilidade na comunicação entre servidores e, logo em seguida, caracteriza um *webservice* como uma aplicação que atende a uma interface capaz de representar os recursos computacionais tanto entre cliente e servidor quanto entre servidores distintos de maneira uniforme.

O mesmo autor pontua que a experiências adquiridas com a adesão de *webservices* culminaram em um conjunto especificações industriais denominadas como “WS-\* *standards*” que apesar de certificarem a qualidade do software acarretam em alta complexidade e na sobrecarga no uso de recursos computacionais. Essas desvantagens impulsionaram as corporações na adoção de uma abordagem alternativa aos “WS-\* *standards*”, denominada REST. (p.524)

**2.5.5 REST**

REST é um acrônimo para *Representation State Transfer* que nas palavras de Richardson & Ruby (op. cit., p.80) trata-se um conjunto de critérios de projetos a serem aplicados no desenvolvimento de aplicações que se caracterizam como *webservice*. É uma alternativa muito mais simples que os “WS-\* *standards*”(SOMMERVILLE,2016,p.530).

Bass, et al.(2021,n.p) declara que o REST consiste de seis restrições impostas na interação entre os componentes do sistema.

* A primeira restrição implica que o sistema deve aplicar a arquitetura cliente-servidor que por conseqüência implica na separação de conceitos discutida no item 2.5.2;
* A restrição seguinte conforme Massé (2012, p.4) exige que a aplicação cliente armazene toda a informação contextual considerada relevante em cada interação com o servidor. Para Fielding (op. cit., p.79) essa informação contextual denomina-se “*session state*” e por isso o servidor deve ser “*stateless*”. Designar a complexidade de gerenciamento do estado de sessão para o cliente otimiza a utilização de recursos do servidor tornando-o capaz de atender uma quantidade maior de clientes.
* A terceira restrição se aplica no conteúdo anexado às mensagens de resposta do servidor para que seja identificado como “cacheável” ou “não-cacheável” (Explicação sobre o termo “*cache*” já explícita no item 2.4). De acordo com Fielding (op. cit., p.80), “cachear” os dados de uma resposta do servidor pode contribuir para uma melhora de performance perceptível ao usuário maior eficiência.
* Massé (op. cit., p.3) explica que a próxima restrição estabelece que haja uniformidade entre as interfaces do servidor, do cliente e das demais entidades intermediárias (*proxies* e *gateways*) no processo de troca mensagens. A uniformidade é atingida quando quatro limitações são respeitadas: [1] Os recursos sejam endereçáveis por identificadores únicos como, por exemplo, o URL (item 2.4.1); [2] Um único recurso pode ser representado em diversos formatos de dados através de diversas maneiras para atender as necessidades de qualquer tipo de cliente *web*; [3] As mensagens devem ser auto-descritivas contendo metadados para dar suporte ao encaminhamento de mensagens realizado pelas entidades intermediárias; [4] Sumariamente, o estado da aplicação deve ser representando como um conjunto de endereços relacionados a ele remetendo ao “*Hypermedia as the engine of application state*” (HATEOAS).
* A penúltima restrição impõe que o sistema aplique a arquitetura *multi- tier* (item 2.5.2) em que o servidor, o cliente e as entidades intermediárias atuem em suas respectivas camadas, impossibilitando a cada camada de “enxergar” além do seu próprio escopo (FIELDING, op. cit., p.82).
* A última restrição é opcional e permite o cliente baixar recursos executáveis no próprio ambiente da aplicação, como *scripts*.

Apesar do HTTP apresentar alguns de seus termos utilizados pelas restrições REST e ser o protocolo de comunicação mais adotado por esse conjunto de regras, não há relação de dependência entre REST e HTTP (BASS; et. al., op. cit., p.280).

**2.5.6 REPRESENTAÇÕES DO RECURSO**

Fielding (op. cit., p.90) enuncia que a representação de um recurso é a sequência de bytes (um byte equivale a um agrupamento de oito algarismos binários) junto dos metadados que descrevem esses *bytes*. A sequência de bytes é o conteúdo que se expressa como documento ou arquivo, enquanto os metadados do conteúdo são o nome do arquivo, tamanho, tipo do arquivo (*mime-type* ou *media-type*), data de criação, entre outros.

Recursos que não se adéquam a formatos de arquivo padronizados da computação por se tratarem de dados personalizados de acordo com a lógica de negócio de cada sistema costumam a ser formatados em XML ou JSON.

JSON, significa “*JavaScript Object Notation*” ou notação de objeto javascript, é utilizada na representação e transporte de estruturas de dados genéricas e complexas (Richardson & Ruby, op. cit., p.266).

Em relação ao formato XML o JSON é mais compacto, legível além de ser compatível com aplicações cliente escritas na linguagem javascript. Sommerville (2021, p.116) recomenda o uso de JSON como forma de representação de dados em detrimento do XML.

**2.5.7 REST API**

Por intermédio da explicação de Massé (op. cit., p.5) entende-se que, no contexto de arquiteturas *web*, API ou “application programming interface” é um componente integrado ao *webservice* responsável por interagir com os clientes utilizando um protocolo de comunicação (HTTP, por exemplo).

De acordo com sua nomenclatura, um REST API é uma API que atende às restrições impostas pelo REST e consiste de um conjunto de elementos interligados. O REST API é um exemplo de interface pontuada durante a caracterização de Sommerville sobre *webservices* (item 2.5.4).

**2.5.8 ARQUITETURA MVC**

Explicações nos parágrafos a seguir fazem uso do termo “estado” que se traduz como os valores de um conjunto de atributos que caracterizam uma entidade, tal entidade pode ser uma estrutura de dados; um subsistema ou o próprio sistema. Portanto, palavras como “estado da aplicação”, “estado da estrutura de dados”, “estado do componente” fazem referência a este termo.

Sintetizando a descrição de Ingeno (op. cit, p.232), o padrão MVC é aplicável em sistemas *frontend* e em sistemas *backend* que apresentam interação direta com o usuário separando a aplicação em três camadas lógicas (*multi-layer*): *Model*; *View* e *Controller*.

A camada *Model* engloba um conjunto de componentes que formatam a estrutura dos dados usados na lógica do negócio; armazenam o estado dessa estrutura durante a execução e fornecem funcionalidades para alterar seu estado, essas funcionalidades são acionadas por componentes externos a estrutura em questão.

Já a camada *View* agrega componentes responsáveis pela interface gráfica, todos os detalhes que o usuário enxerga são descritos pelos componentes desta camada. Qualquer manipulação do usuário com a interface gráfica, como entrada de dados ou cliques de botões devem disparar ações a serem gerenciadas pela camada *Controller*.

Por sua vez, a camada *Controller* contém componentes cuja função é basicamente interligar as camadas *Model* e *View*, certificando que as ações do usuário se reflitam nos estados dos componentes do tipo *Model* e que os componentes *View* reajam de acordo com as interações do usuário.

**2.5.9 ARQUITETURA MVVM**

Variante do modelo MVC, MVVM é aplicável a aplicações *frontend* e recomendado em casos que exijam interfaces gráficas com reações instantâneas às ações do usuário, como os aplicativos de telefone, aplicações *web*, etc. Suas camadas lógicas são: *Model*; *View* e *ViewModel*.

A camada *Model* funciona de forma semelhante a sua contraparte do MVC, porém desta vez não necessita fornecer funcionalidades para alterar seu estado, pois conforme Raj, et. al. (op. cit, p.237) o estado de um componente *Model* pode ser alterado diretamente através da camada *View*.

Enquanto a camada *View* também se assemelha a sua contraparte MVC, entretanto apresenta maior interação com as demais camadas com as camadas *Model* e *ViewModel* através do vínculo de dados, ou “*data-biding*”, responsável pelas atualizações de estado das informações em tempo real. Outro fato é que os elementos desta camada passam a gerenciar parte dos eventos de interface e se comportam dinamicamente, como a validação de dados instantânea. Através da declaração do autor citado no parágrafo anterior, observa-se que apesar do acréscimo de funcionalidades a camada *View* não se responsabiliza em persistir os dados durante uma atualização de página

A última camada batizada de *ViewModel* atua de forma semelhante à *Controller,* além de ser responsável por: gerenciar o estado dos dados; gerenciar a navegação; contém códigos de chamadas ao *backend* e auxiliar no disparo de eventos da camada *View*.

**2.6 SEGURANÇA**

Através da análise de Spilçã (2020, p.4, tradução nossa), segurança é um aspecto não-funcional essencial que pode impactar a lucratividade e confiabilidade de um sistema de software caso não levadas em consideração com antecedência.

Diante da vastidão e complexidade do assunto, mecanismos de autenticação e autorização são elementos fundamentais que diferem um sistema minimamente seguro de um sistema totalmente inseguro.

**2.6.1 AUTENTICAÇÃO E AUTORIZAÇÃO**

Conforme as afirmações de Sommerville (2021, p.205), autenticação é um processo o qual assegura que o usuário do sistema seja quem ele declara ser. O autor classifica três formas de prover a autenticação em que as informações que cada abordagem exige são fornecidas durante o cadastro.

* A primeira é baseada em conhecimento do usuário, onde ao acessar o sistema o usuário deve fornecer as informações como senha ou perguntas pessoais, por exemplo “qual o nome do animal de estimação”, entre outras.
* A segunda é baseada em objetos que o usuário possui que podem ser interligados no sistema de autenticação, um exemplo é fornecer o número do telefone em posse do usuário para confirmar sua identidade.
* A terceira é baseada nos atributos do usuário, nessa categoria se enquadram métodos que podem se configurar em biometria de digitais, reconhecimento facial, dentre outras.

Ainda através do mesmo autor, apesar da eficácia de cada um dos formatos de autenticação há desvantagens de uso em particular e uma forma de mitigá-los, e até aumentar o nível de segurança, pode ser a exigência de mais de uma abordagem durante a autenticação mesmo assim o nível de autenticação depende das necessidades do software.

No que diz respeito à autorização, baseado em Spilça (op. cit, p.15), o termo significa um processo que permite o acesso funcionalidades ou dados específicos através da verificação das permissões de um usuário autenticado. Para Sommerville (2021, p.211), as permissões do usuário são estabelecidas obedecendo à política de controle de acesso submetida à lógica do negócio.

**2.6.2 JWT**

Baseado em Splicã (op. cit, p.248), no ramo de segurança de sistemas *token* é um termo que representa uma cadeia de caracteres utilizada como identificador de acesso. Por sua vez, JWT ou *JSON Web Token* é um *token* intercambiável entre sistemas *web* distribuídos.

Através do autor previamente citado (p.252), a estrutura do JWT é composta por três partes separadas pelo caractere ponto (.).

A parte inicial do JWT é o cabeçalho ou header encarregado de conter dados relativos às configurações do *token* como tipo e algoritmo de assinatura.

Já parte intermediária é chamada de *body*, *payload* ou corpo do JWT, onde se armazenam os dados necessários para o processo de autorização, basicamente esses dados são denominados de credenciais.

E a parte final é opcional, utilizada para verificar a assinatura emitida pelo sistema que emitiu o *token*. A assinatura garante a autenticidade e inviolabilidade do *token* pois ela se baseia na cifragem de todas as partes do JWT gerando um *token* único. Qualquer adulteração no *token* gera uma assinatura completamente diferente.

O sistema emissor pode utilizar algoritmos de criptografia assimétrica como o HS256, RS256, ES256 e diversas variantes que embaralham o conteúdo de forma que seja matematicamente impossível retornar para mensagem original sem a posse da chave secreta, ou “chave-privada”, armazenada no sistema emissor.

Para gerar um JWT, o sistema deve:

* Definir o *header* e o *payload* em formato JSON (debatido no item 2.5.2);
* Logo em seguida, transformar o *header* e o *payload* em respectivas cadeias de caracteres utilizando o algoritmo de codificação *radix* 64;
* Depois gerar a parte final aplicando o algoritmo de chave assimétrica que utiliza como entrada ambas as cadeias obtidas na etapa anterior e uma “chave-pública” separadas pelo caractere ponto (.). Nesta etapa a “chave-privada” opcionalmente convertida no formato base 64;
* Por fim unir os campos resultantes da segunda e terceira etapa em um *token* interligados pelo caractere ponto (.).

De acordo com Stallings (2008, p.334) a codificação *radix* 64, ou codificação de transferência base 64, é um formato de dados que protege o conteúdo de ser corrompido durante os processos de envio e recebimento.

**2.6.3 PROTOCOLO OPEN AUTHORIZATION**

Conhecido como *OAuth* trata-se, genericamente, de uma série de especificações para permitir que um recurso protegido pelo servidor seja acessado por aplicações desenvolvidas por terceiros com o consentimento do proprietário do recurso.

Essas especificações são publicadas em documentos pela Força Tarefa de Engenharia da Internet (IETF), uma comunidade internacional de projetistas, pesquisadores e empresas que contribuem para o desenvolvimento da internet.

Dentre todos os demais relacionados ao protocolo *OAuth* o documento central é referente ao framework *OAuth*, cujo a última versão estável é a 2.0 apesar da versão 2.1 se encontrar em fase de rascunho e funcional para algumas necessidades. Este trabalho se baseia na versão 2.1 que pouco se difere nos conteúdos principais, todavia se encontra atualizado em relação à versão anterior.

Condizente com o documento principal, o framework *OAuth*2.1 determina quatro papéis que são:

* ***Resource owner*** **(RO)**: Geralmente é o usuário final;
* **Cliente**: É aplicação *frontend*;
* ***Authorization server*** **(AS)**: Servidor de identificação, responsável por verificar as credenciais do usuário, caso as informações estejam corretas o servidor emite um identificador de acesso geralmente em formato JWT (item 2.6.2) ao cliente. Por motivos de segurança, o servidor de identificação deve previamente conter informações de todas as aplicações que solicitam seus serviços;
* ***Resource server*** **(RS)**: Servidor que processa a lógica de negócio, responsável por verificar se o cliente tem permissão de acesso a determinada funcionalidade ou recurso de dados protegido através do identificar de acesso emitido pelo AS. Se o identificador for válido o cliente é autorizado caso contrário o pedido do cliente é rejeitado. Obviamente o acesso a um recurso também depende das permissões do usuário, entretanto o mecanismo que estabelece permissões está fora do escopo do protocolo e deve ser definido pela lógica do negócio.

Também são especificados pelo documento levando fortemente em consideração a segurança contra invasores detalhes como os que envolvem tempo de validade do identificador de acesso emitido pelo AS; tipos de concessão de acesso, conhecidos como “*grant-types*” e seus fluxos, dentre outros.

A consistência do protocolo *OAuth* viabiliza o desenvolvimento de aplicações que deleguem a tarefa de autenticação a sistemas especializados de forma segura, reduzindo a complexidade do RS, e permite que diversos clientes em diversos formatos (página *web*, aplicativo móvel) acessem o RS em segurança.

**2.7 FERRAMENTAS**

Segue abaixo as ferramentas tecnológicas escolhidas que forneceram suporte o projeto e desenvolvimento do sistema:

* ***StarUML***: Utilizada em sua versão gratuita, permite a edição de diversos diagramas UML como o diagrama de classes. Dentre as ferramentas gratuitas e instaláveis em computadores foi escolhida pela quantidade satisfatória de funcionalidades.
* ***Trello***: Plataforma *web* focada em organização de projetos em um quadro de tarefas, ou “*task board*”. De acordo com Sbrocco & Macedo (op. cit, p.169) o quadro de tarefas torna a observação do andamento do projeto acessível, de maneira intuitiva e objetiva utilizando o formato “*post-it*”.
* ***Figma***: Aplicação *web* para *design* colaborativo de componentes gráficos e prototipagem de interfaces gráficas para aplicações *frontend* ou aplicativos de dispositivos embarcados.
* ***Java***: Linguagem de programação orientada a objetos, popular em aplicações de diversos segmentos: *desktop*, *web*, móvel e outros dispositivos embarcados. É uma das ferramentas mais populares em aplicações empresarias de pequeno a grande porte além de ser uma linguagem madura que apresenta um sólido suporte.
* ***Lombok***: Biblioteca Java utilizada para lidar com a verbosidade da linguagem, como os métodos *getters* e *setters*.
* ***Gradle***: Aplicação responsável por gerenciar as dependências (sejam bibliotecas de código ou módulos genéricos de programas) para a construção de um *software web*. Ao baixar as dependências como pacotes suas funcionalidades podem se tornar disponíveis para utilização no código do sistema em desenvolvimento. Sua configuração é feita pelo arquivo “build.gradle” e a gestão de versões do *gradle* é mais eficiente que o *maven* (aplicação concorrente).
* ***Spring***: Existem diversos aspectos envolvidos na construção de software como segurança; armazenamento de dados; desenvolvimento *mobile*; desenvolvimento *web*; processamento orientado a eventos (reatividade); dentre outros aspectos voltados ao desenvolvimento *backend*. Os *frameworks* disponibilizam uma estrutura de programas funcional e configurável servindo como base para aplicações construídas sobre ela. Dessa forma o desenvolvedor não necessita desperdiçar recursos construindo um sistema do inicio e se dedica no desenvolvimento de programas que atendam às regras de negócio. Spring refere-se como um ecossistema de frameworks de aplicação que podem ser usados em conjunto de acordo com as necessidades da aplicação. Cada framework Spring é especializado em um dos aspectos de desenvolvimento mencionados anteriormente; além disso os frameworks Spring são independentes entre si, o que permite aplicá-los em conjunto com outros frameworks que não fazem parte do ecossistema Spring. Os frameworks selecionados são: *Spring Framework* servindo como base das funcionalidades das aplicações backend; *Spring Data* que provê funcionalidades especializadas em manipulação de banco de dados; *Spring Security* responsável por estruturar os níveis de acesso; criptografia de dados sensíveis e configurar o resource server (debatido no item 2.6.3); *Spring Security OAuth2 Authorization Server* utilizado para configurar o servidor de credenciais; *Spring Boot* encarregado de orquestrar os demais frameworks e abstrair (vide o termo “abstração” no item 2.5.1) a configuração dessas ferramentas.
* **H2**: Sistema de gerenciamento de banco de dados usado em aplicações em fase de desenvolvimento e teste. A escolha em utilizar esta ferramenta foi induzida pela economia de recursos no ambiente de desenvolvimento. É necessário mencionar que o H2 não é recomendado para ambientes de produção.
* ***Typescript***: Linguagem de programação multi-paradigma, mais precisamente é uma extensão da linguagem Javascript oferecendo suporte a características que auxiliam na construção de aplicações empresariais como tipagem, característica que evita falhas indetectáveis em tempo de execução.
* ***Angular***: *Framework* de aplicações *frontend*, se baseia na arquitetura MVVM (item 2.5.9), popular em aplicações empresarias o Angular é construído usando a linguagem *Typescript*. Este framework fornecer um padrão estrutural e funcionalidades como o *data binding*, validação de dados, renderização, roteamento, compartilhamento de dados entre componentes, dentre outros.
* ***Ionic***: Conjunto de recursos visuais reutilizáveis e responsíveis de modo a se comportar uniformemente entre dispositivos diferentes como celulares, computadores e *tablets*. Além de prover recursos visuais, o *IONIC* engloba recursos que possibilitam tornar uma aplicação *web* em uma aplicação nativa no formato de aplicativo para celulares ou desktops utilizando a mesma base de código.
* ***JSZIP***: Biblioteca *Javascript* que fornece funcionalidades e estruturas de dados que manipulam arquivos compactados sem precisar salvá-los no sistema de arquivos do sistema operacional que hospeda a aplicação.
* ***Ng2Charts***: Biblioteca que contém funcionalidades para a representação gráfica de dados estatísticos.

**3. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA**

O presente capítulo visa ampliar o entendimento na contextualização do problema, descrevendo a motivação do projeto. Para que fosse possível compreender a motivação houve necessidade de coletar informações através de sucessivas conversas informais e um breve convívio com a equipe Inova Macaé junto do acesso a informações dos projetos da equipe e a gravação de uma reunião com os colaboradores responsáveis pelo atendimento. Isto posto, resultou em uma análise informal da motivação descrita posteriormente.

**3.1 MOTIVAÇÃO**

A versão atual do software interno do Macaé Fiscaliza foi construída através de ferramentas “no code”, uma delas denomina-se FabApp (FÁBRICA DE APLICATIVOS S/A, 2013), em conjunto com plataformas de serviços conhecida como JotForms. Quanto à estrutura do sistema que ofuscada por ferramentas de terceiros força a adaptação do fluxo de trabalho das equipes e remove a autonomia da prefeitura sobre o sistema.

Em vista do apresentado, se faz imprescindível desenvolver uma alternativa utilizando ferramentas de desenvolvimento de software por meio de código para garantir que o sistema seja de total propriedade da prefeitura bem como permitir total liberdade de manipulação da estrutura do sistema para que se adapte às regras de negócio do município.

É relevante a reclamação dos funcionários pela falta de integração do atendimento com o processo de encaminhamento de *feedback* para a equipe “Inova Macaé”. Atualmente o sistema encaminha a solicitação do cidadão para a caixa de e-mail da secretaria responsável cadastrada na plataforma JotForm e todo o fluxo do atendimento prossegue através de *e-mails:* resposta ao usuário, encaminhamento para outras secretarias, entre outros. Após o atendimento o funcionário necessita reportar os dados da ocorrência para o laboratório de inovação o qual, por sua vez, repassa o *feedback* em formato de dados estatísticos para a secretaria de planejamento do município.

Torna nítida a necessidade de automatização no encaminhamento de dados para o Inova Macaé após o atendimento. Esta deficiência pode ser uma das causas de existir uma discrepância entre a quantidade de ocorrências e a frequência de atendimentos já que em seus primeiros três meses de lançamento dentre um total de 175 ocorrências menos de 50 foram atendidas, esse cenário implica dificuldades em acompanhamento das ocorrências, rastreabilidade dos funcionários que respondem as ocorrências.

Dessa forma o sistema deve apresentar interfaces intuitivas aos usuários viabilizando melhorias em seu fluxo de trabalho, além de cumprir com seu propósito o qual é auxiliar os funcionários no atendimento e gestão de ocorrências.

Um benefício de adquirir um sistema próprio é a possibilidade de reaproveitá-lo em outras áreas que se relacionarem com o processo de zeladoria urbana poupando recursos na produção de outro sistema ou artifício que forneça funcionalidades similares.

# 4. PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE ZELADORIA URBANA

Antes de iniciar o desenvolvimento foi necessário elaborar um planejamento dos requisitos com o auxílio dos conceitos de *personas*, cenários e *user stories*; também foi necessário projetar as arquiteturas que basearam o sistema. É importante ressaltar que os conceitos de metodologia ágil discutidos a seguir foram utilizados como método de resolução do problema.

**4.1 DEFINIÇÃO DAS PERSONAS**

Com base no problema e motivação apresentados no capítulo anterior, o primeiro passo é necessário identificar as *personas* (discutidas no item 2.1):

* Cidadão: indivíduo que mora, trabalha ou estuda em no município de Macaé; o cidadão pode ser jovem, adulto ou idoso; possui acesso à internet e não se restringe a gênero ou classe social. Basicamente o cidadão tem o poder de fiscalizar os serviços, infraestrutura e demais ocorrências que podem ser intermediadas pela esfera municipal. É inevitável um cidadão não usufruir de um serviço público, assim o sistema proposto será um meio de certificar a qualidade dos serviços da prefeitura.
* Colaborador: funcionário do município resignado a uma secretaria; que não apresenta restrição de idade ou gênero; apresenta conhecimento técnico no setor que atua. São pré-dispostos a utilizar um sistema que melhorem sua qualidade de trabalho.
* Administrador: integrantes do inova ou indivíduos que exercem a *persona* de colaborador responsáveis por gerenciar a secretaria que atuam. Sua motivação para utilizar o sistema é a mesma do colaborador.

**4.2 DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS**

Em seguida, é necessário descrever os cenários (definidos no item 2.1) para cada *persona*. Sommerville (2021, p.72) sugere que os cenários podem deixar de ter descrições breves para descrições longas quando utilizadas nas fases de criação do projeto, portanto a seguir são descritos cenários para cada *persona*:

* Cenário do cidadão: Devido ao seu direito de fiscalizar, o cidadão pode acessar o sistema através de um aplicativo de celular que em seguida selecionar a categoria de serviço que julga ser referente à ocorrência. Após selecionar a categoria, o cidadão preenche o formulário com os dados da ocorrência sendo possível enviar fotos da ocorrência. O endereço da ocorrência pode ser preenchido no formulário manualmente ou o cidadão pode compartilhar sua posição caso esteja no mesmo local da situação. O cidadão pode solicitar um serviço criando uma conta no sistema ou de forma anônima, porém clientes anônimos não são capazes de acompanhar o andamento de seus chamados. Também é possível que ele acesse o sistema através de um computador.
* Cenário do colaborador: Precisa se cadastrar para acessar o sistema, ao ser autenticado é apresentado a uma lista de ocorrências abertas em seu setor. Ao visualizar uma ocorrência ele pode responder o formulário que gera um atendimento; em caso de trote o colaborador pode rejeitar; em caso de falha na interpretação a ocorrência pode-se encaminhá-la para o setor correto. Ao visualizar uma ocorrência, é possível verificar seu histórico de atendimentos caso um serviço seja realizado por mais de um setor ou de uma ocorrência encaminhada. O colaborador é capaz de navegar entre listas de ocorrências abertas ou atendidas além das listas de atendimentos realizados pelo setor.
* Cenário do Administrador: Responsável pelo gerenciamento de contas dos colaboradores, também necessita de cadastro para acessar o sistema. Quando é capaz de visualizar relatórios, ocorrências e gerenciar contas de outros colaboradores. Seu escopo é restrito apenas ao setor quando vinculado a um. Caso o administrador seja integrante da equipe Inova não há restrição de escopo.

**4.3 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS**

O próximo passo é elaborar os requisitos, que nesse caso foram estruturados em *user stories*. Complementando as definições dadas no item 2.1, Sommerville (2021, p.76) explica que uma *user story* deve ser estruturada na forma de solicitação que uma *persona* faria caso fosse questionada, conforme a lista a seguir:

* + “Como cidadão, gostaria de ser capaz de criar ocorrências de forma anônima, sem necessidade de criar ou vincular contas”;
  + “Como colaborador, preciso ter uma lista de ocorrências designadas ao meu setor”;
  + “Como colaborador, preciso que a ocorrência tenha descrição, data, local, status, possíveis imagens, o histórico de atendimentos realizados sobre tal ocorrência e o *feedback* do cidadão quando autenticado”;
  + “Como cidadão, gostaria de poder criar conta no sistema para poder acompanhar o andamento de minhas ocorrências”;
  + “Como colaborador, devo prover respostas às ocorrências criadas pelo cidadão”;
  + “Como cidadão, gostaria de poder enviar imagens da ocorrência para auxiliar em seu detalhamento”;
  + “Como cidadão autenticado, gostaria de poder acompanhar o andamento de minhas ocorrências”;
  + “Como cidadão, gostaria de acessar o sistema em dispositivos móveis”;
  + “Como cidadão, quero ter a possibilidade de compartilhar minha localização usando o *GPS* caso me encontre presente no local da ocorrência”;
  + “Como cidadão, gostaria de poder criar conta através de meus emails ou redes sociais em casos que necessitem cadastro para poder acompanhar minhas solicitações”;
  + “Como cidadão autenticado, desejo ver detalhes de cada item em meu histórico de ocorrências”;
  + “Como cidadão autenticado, preciso responder se aos atendimentos se minha ocorrência foi resolvida ou não”;
  + “Como colaborador, preciso encaminhar ocorrências para seu respectivo setor quando mal interpretadas pelo cidadão”;
  + “Como colaborador, preciso ter um histórico de atendimentos pelo meu setor”;
  + “Como colaborador, preciso que as ocorrências sejam separadas por listas (abertas, avaliadas, não avaliadas e indeferidas)”;
  + “Como colaborador, preciso ser capaz de fechar ocorrências indevidas ou trotes”;
  + “Como colaborador, ao acessar o atendimento preciso de informações como a descrição, data, o responsável e seu devido setor, além do *feedback* do cidadão se houver”;
  + “Como colaborador, preciso ser capaz de alterar a senha da minha conta”;
  + “Como administrador, preciso visualizar relatórios de ocorrências atendidas, não atendidas por setor em determinado intervalo de tempo”;
  + “Como administrador, preciso cadastrar secretarias”;
  + “Como administrador, preciso cadastrar colaboradores”;
  + “Como administrador, preciso alterar a secretaria do colaborador em caso de remanejamento”;
  + “Como administrador, preciso recuperar senhas de colaboradores”.
  + “Como administrador, preciso ativar/desativar as contas dos colaboradores”.

A lista acima foi ordenada de acordo com a prioridade de cada requisito para que esteja em conformidade com o *product backlog* e não seja necessário repeti-la.

# 4.4 DEFINIÇÃO DA ARQUITETURA

Devido à complexidade, e a exigência de interfaces específicas para os usuários o projeto aplica as arquitetura cliente-servidor (item 2.5.3) e *multi-tier* (item 2.5.2) segregando o sistema em duas aplicações *frontend* e duas aplicações *backend*. O protocolo de comunicação será o HTTP e o protocolo *OAuth*2.1 será aplicado.

O ideal é que cada aplicação seja executada em um computador diferente, todavia todas foram testadas em um único computador o qual foi o ambiente de desenvolvimento e devido sua capacidade de execução paralela das aplicações o sistema não pode ser repartido em uma quantidade maior de aplicações.

Dentre as aplicações *frontend*, uma é designada aos colaboradores e outra é designada aos cidadãos, essa divisão foi necessária visto que a segunda aplicação pode ser instalada no dispositivo do cidadão e por consequência é possível obter acesso à sua lógica por isso foi necessário separar as lógicas dos colaboradores e dos cidadãos.

Visto que para garantir acessibilidade para o cidadão sua interface deve ser acessível tanto em desktops quanto em aplicativos móveis foi escolhido a ferramenta *ionic* na construção do *frontend* respectivo ao cidadão. Para que não houvesse confusões por trocas de ambiente de desenvolvimento o *ionic* também foi usado no *frontend* dos colaboradores devido a ambas aplicações *frontend* foram desenvolvidas em paralelo.

Quanto ao *backend*, uma das aplicações é dedicada ao processo de autenticação (*authorization server*) e a outra centraliza a lógica do negócio(*resource server*). Devido a restrições no ambiente de desenvolvimento as aplicações *backend* compartilham do mesmo banco de dados e além da lógica de negócio o *resource server* também é responsável pela realização do cadastro de cidadãos e colaboradores.

O servidor de autenticação é construído utilizando *spring boot* como base, o *spring data* para as consultas ao banco de dados e o *spring security oauth*2 *authorization server* para configurá-lo com emissor de *tokens* de acesso. Esta aplicação se comporta como um *webservice* o qual pode ser aproveitado em futuros projetos *web* como meio de autenticação tanto de colaboradores quanto de cidadãos.

É importante evidenciar que a autenticação de cidadãos e colaboradores foi centralizada em uma única aplicação por restrições de desenvolvimento já que o ideal seria designar uma aplicação para cada tipo de autenticação. Manter ambos tipos de autenticação na mesma aplicação gera um custo menor porém uma escalabilidade menor em comparação a decisão de segregá-las.

Por sua vez, as ferramentas de construção do o *resource server* são o *spring boot* como base, o *spring data* para gerenciamento do banco de dados e o *spring security oauth*2 *resource server* para o controle de acesso aos recursos. Na possibilidade de reutilização por aplicações futuras o *resource server* deve apresentar comportamentos baseados em *Rest API*.

# 4.5 APLICAÇÃO DO *SCRUM*

Esta etapa foi realizada por meio da aplicação das regras propostas pelo *SCRUM* organizada em cinco *sprints*. O *product backlog* está de acordo com o item 4.3.

# 4.5.1 *SPRINT* 1

Por motivos de aprendizagem neste *sprint* primeiramente as bases das aplicações *backend* foram construídas. Quanto os requisitos selecionados para este *sprint* a escolha se deu por conveniência em desenvolvimento apesar de não estarem no topo do *product backlog*, afinal o manifesto ágil em sua essência prioriza resultados sobre conformidade com regras.

Na sequência apresenta-se o épico selecionado para a entrega:

* “Como cidadão, gostaria de poder criar conta no sistema para poder acompanhar o andamento de minhas ocorrências” que se reparte nas atividades a seguir:
  + Criar aplicação *backend* da lógica de negócio para que sirva de base para as próximas funcionalidades;
  + Criar aplicação *backend* de autenticação para limitar o acesso aos recursos protegidos;
  + Criar a estrutura de dados que representa o cidadão (modelar cidadão);
  + Configurar a representação de dados (dao – *data access object*) do cidadão para seu compartilhamento entre aplicações;
  + Criar lógica de cadastro do cidadão;
  + Criar tela de cadastro do cidadão;
  + Criar lógica de autenticação do cidadão;
  + Criar tela de autenticação do cidadão.

No aspecto da lógica de negócio, o trabalho concluído reflete-se no modelo de classes, ilustrado pela figura X.

**FIGURA X** – Modelo de classes



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Na figura acima “Conta” é, de forma grosseira, uma representação genérica cujo atributo “autoridades” é obrigatório para qualquer tipo de conta, portanto “ContaCidadao” apresenta atributos de email, senha e autoridades. O diagrama também expõe a representação de “Cidadão” que é composta por uma única conta “ContaCidadao” e o atributo “nome”. Em caso de exclusão da classe “Cidadao” do sistema “ContaCidadao” também é excluída.

Nesta *sprint* primeiramente foi construída a estrutura da aplicação referente ao servidor de credenciais. Para todo e qualquer nome de arquivo ou trecho de código apresentado foi adotada a língua inglesa como convenção. Possíveis omissões ou abreviações podem ocorrer nos códigos apresentados, em qualquer *sprint*, com o intuito de evitar perdas de foco.

A figura x contempla a organização das pastas criadas com os códigos configurados para a regra de negócio, havia o desejo de obter maior controle nos processos de autenticação e por esse motivo, além da intenção didática, foi necessário personalizar uma quantidade considerável de arquivos.

A aplicação foi nomeada como *AuthzServer* (uma espécie de acrônimo de *Authorization Server* ) que apresenta 3 pastas principais: “*auth*”, contém toda a lógica de autenticação; “config”, armazena as configurações e “utils” possuí códigos utilitários.

Abaixo da hierarquia da pasta “*auth*”, localizam-se as pastas:

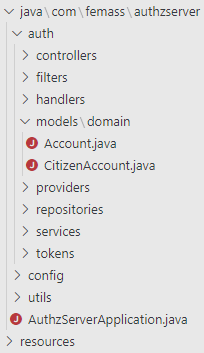
* “*controllers*” cujo processamento é acionado quando sua respectiva rota é interceptada;
* “*filters*” envolve programas personalizados que filtram a interceptação das rotas e assim certificam que os *controllers* sejam acionados em segurança pois a “espinha dorsal” do *Spring Security* é uma cadeia de filtros configurável;
* “*handlers*”, por sua vez, é local para códigos de manipulação, que no caso do projeto manipulam o direcionamento de página de *login* de acordo com o tipo de usuário;
* “*models*” que possuí a subpasta “*domain*” contendo os arquivos “*Account*.java”, relativo à classe “Conta”, e “*CitizenAccount*.java” referente à classe “ContaCidadao” conforme a figura x;
* “*providers*” que abriga a lógica responsável por conferir as credenciais e decidir se deve ou não autenticar o usuário;
* “*repositories*” possui códigos relacionados especificamente à busca no banco de dados de acordo com o critério de pesquisa quando existe;
* “*services*” cujo conteúdo serve de interface para que outras camadas não acessem diretamente os arquivos da pasta “*repositories*”;
* “*tokens*” é a pasta relativa a estruturas de dados que armazenam as credenciais para serem transportadas pela cadeia de filtros do *Spring Security*.

É curioso perceber que ao descrever a estrutura de subpastas do diretório “*auth*” trata-se de uma aplicação *multi-layer* (item 2.5.2).

No mesmo nível de hierarquia da pasta *authzserver* existe a pasta *resources*, gerada pelo *Spring* por padrão, que guarda conteúdos estáticos como páginas html, código css, imagens e alguns dados constantes que não precisam ser explícitos no código fonte.

Há um receio de que ao aprofundar sobre o conteúdo dessas pastas do servidor de autenticação extrapole o escopo do tema em questão e com isso não será explorado.

**FIGURA X** – Estrutura de pastas do servidor de credenciais



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

O arquivo “*AuthzServerApplication*.java” localizado no mesmo nível de hierarquia de “*auth*”, “config” e “utils” é responsável por iniciar a aplicação.

A figura x retrata o estado do A*uthzServer*  no primeiro *sprint*, porém a imagem oculta seus arquivos por não parecer necessário explorá-los no contexto desta monografia.

Na sequência foi iniciada a aplicação responsável pela lógica do negócio, batizada de *ResourceServer* e suas estrutura é exibida na figura x, que apresentam uma estrutura semelhante ao *AuthzServer* ainda assim o *ResourceServer* se distingue por apresentar as pastas: “init” responsável por povoar o banco de dados quando vazio, os elementos desta pasta são primariamente usados para teste, apenas em casos que se deseja povoar com dados que raramente são alterados e em grande quantidade, como a situação dos bairros, que sua aplicação é fundamental. A outra pasta “dto” sumariamente contém lógica para a conversão de dados do *backend* para o *frontend* e vice-versa.

Outra diferença é que o *AuthServer* utiliza as classes de repositório e domínio apenas para a consulta de dados delegando a responsabilidade de inserção, atualização e remoção ao *ResourceServer*. Dentre os dados de domínio, apenas as classes “Conta” e suas especializações são preocupações do servidor de autorização.

O ideal seria destinar uma nova aplicação dedicada ao gerenciamento de conta como cadastro e alterações de modo a remover tais responsabilidades do *ResourceServer* contudo a máquina usada no desenvolvimento não suporta a adição de uma terceira aplicação *backend* executando em paralelo com uma aplicação *frontend*, consonante a esse fato a complexidade do gerenciamento de aplicações pode aumentar ligeiramente.

**FIGURA X** – Estrutura de pastas do servidor de recursos



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

O termo “*CitizenAccount*” refere-se à classe “ContaCidadao” enquanto “Citizen” refere-se apenas a “Cidadao”.

Adiante é exibido o resultado do código da classe de configuração do servidor de recursos (figura x). A classe “*ResourceServerConfig*” apresenta o atributo “*corsAllowedOrigins*” que funciona como uma espécie de “lista branca” que contém os endereços das aplicações que possuem permissão para requisitar um recurso, na linha 35 da figura x a anotação “@*Value*” aponta os verdadeiros dados rotulados pelo indicador “*cors.allowed-origins*” (linha 2 da figura x) em um arquivo estático da pasta “*resources*” o arquivo que armazena dados evitando que dados sejam expostos no código fonte é chamado de “*application*.yml” (figura x).

**FIGURA X** – Conteúdo do arquivo *application*.yml



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Outro atributo “*jwkSetUri*” (figura x, linha 39) armazena a *url* das credenciais do *AuthzServer*, explicitamente referenciada na linha 12 da figura x, para que seja possível verificar se o *token* usando pelo cliente foi assinado pelo servidor de credenciais.

O método “securityFilterChain” configura as regras de acesso às rotas. Caminhos iniciados por “/*registration*”, “/*anonymous/*” e “/h2” são livres para todos interceptarem enquanto apenas aqueles com credenciais “*USER*” podem interceptar rotas iniciadas com “/user/”.

De acordo com a figura x, qualquer rota não iniciada pelos padrões descritos são interceptadas apenas por usuários autenticados independente das credenciais. E a partir do intervalo entre a linha 54 até a linha 60 deixa explícito que em qualquer caso de exceção (erro de execução) será retornado com o status Http 401 “não autorizado” e logo abaixo seguem as configurações do *ResourceServer* e JWT.

**FIGURA X** – Código do arquivo *ResourceServerConfig*.java

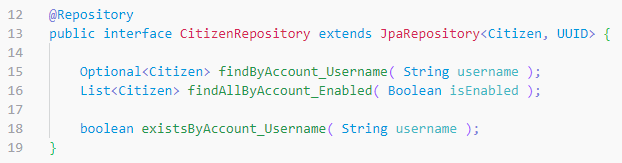


Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Alusivo ao conteúdo das classes “Cidadao” (*Citizen*) e “ContaCidadao” (*AccountCitizen*) ocorreu uma reestruturação drástica em *sprints* posteriores que não merecem ser mencionadas.

Não obstante há quatro arquivos que merecem menção: “*CitizenRepository*.java”(figura x); “*CitizenService*.java”(figura x);“*CitizenDTO*.java”(figura x) e “*CitizenController*.java”(figura x).

**FIGURA X** – Conteúdo do arquivo *CitizenRepository*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

*CitizenRepository*  é uma interface que herda funcionalidades da classe *JpaRepository* a qual pertence ao *Spring Data*. A linha 12 indica explicitamente ao framework que o conteúdo é um componente do tipo *Repository* gerenciável pelo *Spring*.

A nomenclatura dos métodos é transformada pelo *Spring Data* em comandos inteligíveis pelo banco de dados configurado. Termos como “*findBy*” e “*existsBy*” são traduzidos em comandos como “*select*... *from* ... *where*...” e “*select*... *from* ... *where* *exists*”, por exemplo.

O uso do caractere “\_” (sublinhado) indica a hierarquia do parâmetro de pesquisa, na linha 15 da figura x o parâmetro de pesquisa é o atributo “*username*” da estrutura “*Account*”

**FIGURA X** – Conteúdo do arquivo *CitizenService*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Na linha 16 da figura x, a anotação “@*Service*” indica que a classe “*CitizenService*” é um componente do tipo *service* gerenciável pelo *framework.* A anotação “@*Autowired*” designa ao *Spring*  a tarefa de instanciar o dado que a mesma anotação precede.

Dentre os métodos de *CitizenService*, estão:

Na linha 27 da figura x, o método “*createOrUpdate*” cria ou edita uma entidade do tipo “*Citizen*”(classe “Cidadao”) retornando um valor verdadeiro em caso de sucesso e falso quando houver falhas;

Na linha 40 da figura x, o método “*createMultiple*” que pode criar ou editar uma lista de entidades do tipo “*Citizen*” retornando um valor booleano que indica a ocorrência de falhas ou sucesso;

A seguir o método “*delete*” que remove a entidade “*Citizen*” e retorna um *RuntimeException* em caso de falhas;

Os demais métodos da figura x como “*findByUsername*”, “*existsByUsername*” e “*countUsers*” utilizam das funcionalidades dos atributos “*citizenRepository*” e “*accountRepository*” para evitar que componentes de outras camadas acessem os repositórios diretamente.

**FIGURA X** – Conteúdo do arquivo *CitizenDTO*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Na figura x, as anotações da linha 22 são artifícios da biblioteca *Lombok* para evitar a verbosidade dos métodos *getters* e *setters*. *CitizenDTO* é uma estrutura utilizada para transportar dados do cidadão entre o servidor e a aplicação cliente, dentre os atributos da classe apenas o “*email*” é obrigatório e não pode ser nulo.

Na linha 25 da figura x, atributos vazios são ignorados permitindo flexibilidade sobre quais dados não obrigatórios transportar, enquanto na linha 28 ordena-se que os atributos “id”, “*password*” e “*active*” sejam ocultados quando enviados do servidor para o cliente.

Os métodos “*serialize*”, que converte uma estrutura de dados interna ao *backend* em uma estrutura de dados externa, e “*deserialize*” são públicos e estáticos possibilitando que outros módulos os utilizem quando necessário transportar dados do cidadão.

**FIGURA X** – Conteúdo do arquivo *CitizenController*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Na figura x, das linhas 29 a 32 indicam o *mime-type* (conferir item 2.5.6) como JSON, ou seja, tanto na entrada quanto na saída os dados são representados em notação de objeto *Javascript*, dentre os atributos instanciáveis pelo *framework* estão: “*citizenService*” e “*passwordEncoder*”, usado para criptografar senhas além verificar paridade entre senhas armazenadas e as fornecidas pelo usuário. Na linha 41 a rota “/*registration-user*” foi exposta para o cadastro de cidadãos, essa rota obedece o padrão estabelecido pela linha 44 da figura x em que se localiza a configuração do servidor de recursos, e como pode ser observado rotas do iniciadas em “/*registration*” podem ser interceptadas por qualquer usuário seja autenticado ou anônimo.

É importante informar que a lógica aplicada aos arquivos referentes à estrutura *Citizen* é padronizada para as demais estruturas do *backend* respeitando a camada lógica, ou seja arquivos da camada *repository* apresentam o mesmo padrão, bem como os arquivos da camada *controller* e assim sucessivamente.

Quanto às interfaces entregues neste ciclo são apresentadas as telas de cadastro e *login* a seguir:

**FIGURA X** – Protótipo da tela de cadastro utilizando o Figma



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

O protótipo acima é uma interface de acesso rápido para o cidadão, ao lado esquerdo são apresentados as formas de solicitação de serviço responsáveis por direcionar para suas respectivas telas; por sua vez ao lado direito localiza-se o formulário de cadastro. A tela de acesso de cidadão é exibida a seguir através da figura x e é auto-explicativa.

**FIGURA X** – Tela de acesso do cidadão



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

# 4.5.2 *SPRINT* 2

A seguir a lista de *user stories* e épicos entregues neste *sprint*:

* + “Como cidadão, gostaria de ser capaz de criar ocorrências de forma anônima, sem necessidade de criar ou vincular contas”. Os passos para completar esta funcionalidade foram:
* Modelar ocorrência;
* Modelar endereço da ocorrência;
* Modelar secretaria destinada;
* Modelar categoria de serviço;
* Criar função para publicar ocorrências;
* Criar função para listar as secretarias disponíveis;
* Criar lista de seleção de serviços;
* Criar formulário de ocorrências.
  + “Como colaborador, preciso que a ocorrência tenha descrição, data, local, status, possíveis imagens, o histórico de atendimentos realizados sobre tal ocorrência e o *feedback* do cidadão quando autenticado”. Para cumprir com este épico foi preciso:
    - Modelar o *feedback*;
    - Criar função para o carregamento de ocorrências referentes à secretaria do colaborador;
    - Criar tela para a listagem de ocorrências;
    - Criar tela de detalhes da ocorrência;
  + “Como colaborador, preciso ter uma lista de ocorrências designadas ao meu setor”. Esta funcionalidade foi construída através de:
    - Criar método de autenticação para o colaborador acessar o sistema;
    - Criar tela de autenticação do colaborador;
  + “Como colaborador, devo prover respostas às ocorrências criadas pelo cidadão” foi resolvido através ao:
    - Modelar a estrutura do atendimento;
    - Criar função para gerenciar o armazenamento do atendimento;
    - Criar o formulário de atendimento.
  + “Como colaborador, preciso encaminhar ocorrências para seu respectivo setor quando mal interpretadas pelo cidadão”.

Estas funcionalidades impactaram em alterações no diagrama de classes a seguir:

**FIGURA X** – Alterações no diagrama de classes



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Como é possível observar no diagrama acima, foi adicionado o atributo “habilitada” à classe “Conta”, útil para administradores ao gerenciar contas de colaboradores desligados e para cidadãos que desejarem desativar sua conta. Além disso, para qualquer tipo de conta torna-se obrigatório definir métodos de acesso às credenciais e o *login* que são ilustradas pelos métodos explicitados na estrutura da “Conta”.

Houve a adição da “ContaColaborador” constituída pelos atributos matrícula e pelas credenciais que são o “cpf” e a “senha”. No caso da “ContaCidadão” o atributo “senha” foi renomeado para “credenciais”.

Com o acréscimo do “Colaborador”, composto pela “secretaria” e “conta”, ocorreu à generalização dos atributos comuns entre “Cidadao” e “Colaborador” que passaram a fazer parte de uma estrutura genérica denominada “Usuario”. O atributo “conta” presente em “Usuario” faz referência a estrutura genérica “Conta”, enquanto o mesmo atributo em cada tipo de usuário faz referência ao seu respectivo tipo de estrutura da conta.

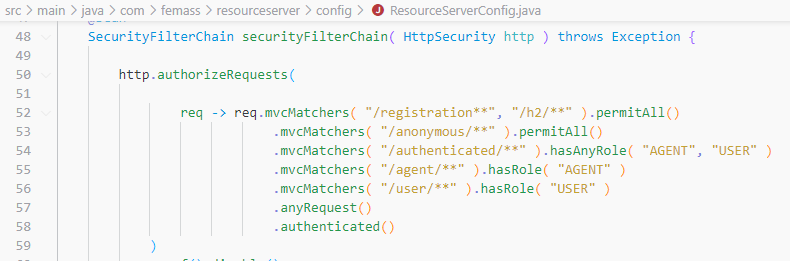
Quanto à estrutura da “Ocorrencia”, se tem os atributos: “protocolo”, “endereço”, “descricao”, “imagens”, “autor” (Cidadao), “dataPostagem”, “status”, “atendimentos”, “servico” e “destrinatario”. Um cidadão pode criar várias ocorrências e cada uma pode ser composta por vários atendimentos.

Por sua vez, o atendimento é descrito pela “dataExecucao”, “descricao”, “ocorrência”, “feedbacks” e “protocolo”. O atendimento é basicamente uma resposta que o colaborador provê à solicitação cidadão expressa em forma de ocorrência.

Já o “*Feedback”* é uma resposta do cidadão para o Atendimento, discriminando a descrição, o cidadão e o atendimento. O cidadão pode prover vários *feedbacks* para o mesmo atendimento.

Ademais ocorreu a necessidade de modelar o endereço da ocorrência cujos atributos são: “latitude”, “longitude”, “cep”, “logradouro”, “bairro” e “referencia”. Os dados referentes à latitude e longitude são fornecidos quando o usuário aceita informar o endereço através do compartilhamento da localização.

**FIGURA X** – Alterações em *ResourceServerConfig*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Neste *sprint* o arquivo de configuração do servidor de recursos (figura x) teve acréscimo nas linhas 54 e 55 que adicionaram regras para rotas iniciadas com “/*authenticated*” e “/*agent*”, a primeira regra indica que apenas usuários autenticados (colaboradores e cidadãos) podem interceptá-las enquanto a segunda pode ser acionada apenas por colaboradores. O termo “*agent*” faz alusão ao agente público ou colaborador.

**FIGURA X** – Conteúdo de *DistrictTableSeeder*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Para que fosse possível criar uma ocorrência é necessário indicar a localização e um de seus itens é o bairro, devido ao *software* se aplicar apenas ao município de Macaé os dados não estão sujeitos a constantes alterações e podem ser preenchidos automaticamente quando o banco de dados estiver vazio.

A figura x ilustra o código responsável por popular uma lista de bairros no banco de dados. A classe foi batizada de *DistrictTableSeeder* porque “*District*” é uma alusão a bairro.

**FIGURA X** – Conteúdo da classe de domínio *Call.*java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

A figura X apresenta a classe “*Call*” referente à estrutura “Ocorrencia”; as anotações “@*Entity*” e “@*Column*” configuram os nomes da tabela e das colunas respectivamente. No que diz respeito aos atributos eles se configuram em: “id”; “*protcol*” (“protocolo”); “status”; “*description*” (“descricao”); “*address*” (“endereço”); “*images*” (“imagens”); “author” (“autor”); “*postingDate*” ( “dataPostagem” ) e “*attendances*” (“atendimentos”).

A anotação “@*Embedded*” embute listas de valores em uma única coluna enquanto “@*ManyToOne*” e “@*OneToMany*” tratam das cardinalidades das relações de “Ocorrencia” com as demais estruturas.

Ao criar uma ocorrência o cidadão deve escolher dentre um acervo de serviços que são organizados em categorias para facilitar seu acesso como pode ser ilustrado pelas figuras x e x. O serviço é organizado em: “descricao” (nome do serviço), “secretaria” e “grupo” (categoria do serviço).

**FIGURA X** – Lista de categorias de serviço



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Ao selecionar uma das categorias conforme a figura x (anterior), a aplicação carrega a lista de serviços respectiva representada a seguir pela figura x.

**FIGURA X** – Lista de serviços



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Quando selecionar o serviço, o formulário da ocorrência (figura x) é exibido:

**FIGURA X** – Formulário da ocorrência



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

As anteriores desse *sprint* são referentes à interface do cidadão utilizando o navegador *web*. E por isso o formulário de ocorrência não apresenta botões para o compartilhamento de localização.

Além do desenvolvimento da aplicação de interface do cidadão, funcionalidades da aplicação dos colabores também foram entregues como a tela de *login* (figura x), que apresenta um campo de entrada adicional (campo de CPF) em comparação com o *login* do cidadão.

**FIGURA X** – Acesso do colaborador



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Também foi entregue a lista de ocorrências logo que o colaborador é autenticado, conforme a ilustração a seguir. Dentre os campos exibidos estão o nome do serviço, status, bairro, data de postagem, hora e o nome do autor quando cadastrado, os valores na lista são meramente ilustrativos e para propósitos de teste.

**FIGURA X** – Lista de ocorrências



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Caso selecionado um item da lista o colaborador é direcionado ao formulário da ocorrência, ilustrada em sequência.

**FIGURA X** – Formulário de ocorrência



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Através deste formulário o colaborador é capaz de corrigir o tipo de serviço e o setor destinatário que ao clicar no botão adicionar resposta é exibido o formulário de atendimento, vide a figura x, cujo campo de descrição do atendimento deve ser preenchido antes de finalizar o atendimento seja em casos de redirecionamento ou de conclusão do serviço.

**FIGURA X** – Formulário de atendimento



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Também é através do formulário de atendimento que o colaborador indica se a ocorrência é um trote o qual é automaticamente excluído caso confirmado pelo colaborador.

# 4.5.3 *SPRINT* 3

Entregas não foram finalizadas neste *sprint* e portanto foram delegadas aos *sprints* seguintes.

# 4.5.4 *SPRINT* 4

Devido a uma falha de interpretação no *sprint* 2 foi necessário refatorar o projeto ao perceber que não havia necessidade do cidadão fornecer mais de um *feedback* por atendimento, desse modo efetuou-se a: eliminação da estrutura “*Feedback*”; remoção do atributo “feedbacks” na classe “Atendimento”; acréscimo do atributo “comentarioCidadao”, propriedade que passou a assumir a responsabilidade do *feedback* e basicamente armazena o texto que descreve a avaliação do cidadão.

Também ocorreu uma preocupação em identificar ocorrências atendidas que não foram devidamente resolvidas, assim foi adicionado o status “nao resolvida” na classe “Status”. Aproveitando a reestruturação do sistema outras alterações na estrutura Atendimento foram efetuadas para facilitar a geração de relatórios como:

A criação do atributo “tipoAtendimento” que distingue um atendimento direcionado ao cidadão com notificações sobre a resolução do problema de um atendimento interno que redireciona a solicitação de uma secretaria para outra. O segundo caso pode acontecer seja por falha de interpretação do criador da ocorrência ou pela necessidade de repassar o atendimento a outro setor para finalizar o serviço;

Adição do atributo “avaliação” que retrata a avaliação do cidadão sobre o atendimento. Quando um atendimento é imediatamente criado sua avaliação assume o valor “nao avaliado”, após o cidadão autenticado receber o atendimento a avaliação pode ser “positiva” ou “negativa”.

Inclusão do atributo “setor” em “Atendimento” relacionado o atendimento diretamente à secretaria. Antes era referenciado através do atributo “destinatário” da classe “Ocorrencia”, a mudança da secretaria destinatária da ocorrência provocava efeitos indesejáveis no registro de atendimentos.

A figura a seguir ilustra as alterações aplicadas no diagrama de classes, pode-se perceber o contraste quando comparado a figura X.

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Em paralelo à correção, as *user stories* descritas a seguir foram concluídas neste *sprint*:

* + “Como cidadão, gostaria de poder enviar imagens da ocorrência para auxiliar em seu detalhamento”. As atividades necessárias para cumprir com esta funcionalidade foram:
    - Criar serviço destinado a manipulação de arquivos (resultado na figura x);
    - Criar botão de carregamento de imagem no formulário de atendimento; (resultado na figura x);

**FIGURA X** – Estrutura do arquivo *FileStorageService*.java



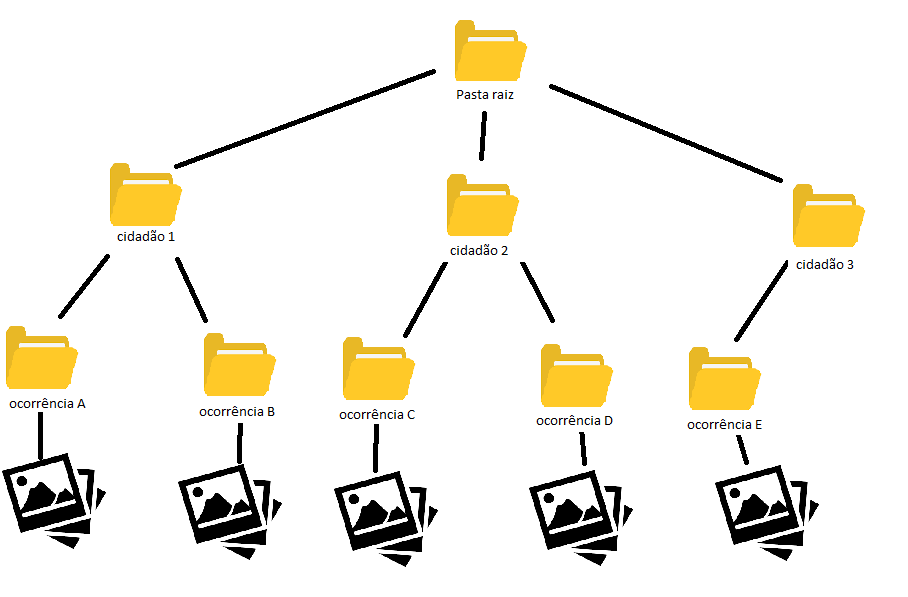
Fonte: Produzida pelo autor, 2022

A figura X referente ao *FileStorageService* é responsável por gerenciar uma pasta de imagens no sistema de arquivos do *Resource Server*. Para iniciar o serviço precisa do caminho da pasta raiz em que se deseja criar a pasta de imagens.

Os métodos criados são: “*store*” que necessita o identificador da entidade “Cidadao”, e do identificador da “Ocorrência” além do conteúdo do arquivo; “*loadAsResource*” busca um arquivo pelo caminho relativo, contendo o identificador do usuário, o identificador da ocorrência e o nome do arquivo; “*loadAllFilesFromDirectory*” busca todos os arquivos do diretório de imagens da ocorrência após receber o caminho; “delete” remove o arquivo ou pasta informando seu caminho relativo e “createDir” cria uma nova pasta.

Assim, quando a pasta raiz de imagens existe, cria-se uma pasta para o cidadão a qual é nomeada pelo respectivo identificador, dentro da pasta do cidadão são gerados os diretórios das ocorrências cada uma nomeada pelo respectivo indicador e por fim cada pasta de ocorrências armazena suas imagens. A figura x retrata a organização dos diretórios de imagem da ocorrência, a nomenclatura nela apresentada é meramente ilustrativa:

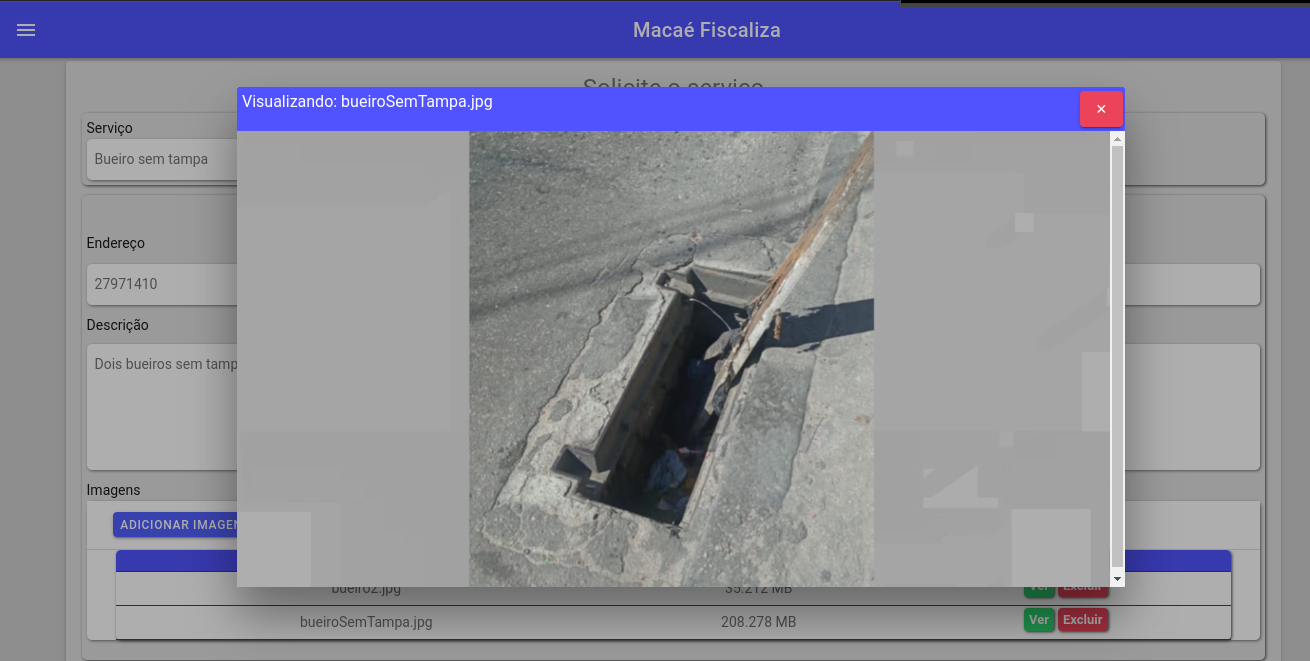
**FIGURA X** – Organização de imagens no sistema de arquivos



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Na figura x, a seguir exibe o resultado do visualizador de imagens que cumpre com a exibição de fotos. O cidadão pode enviar até duas imagens e o limite de tamanho para cada imagem foi estipulado em até 270 *megabytes*.

**FIGURA X** – Visualizador de imagens construído para formulário de ocorrências



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Para economizar na quantidade de chamadas realizadas ao servidor, o *Resource Server* envia suas imagens em um arquivo compactado no formato ZIP, para que as aplicações *frontend* sejam capazes de gerenciar as imagens compactadas foi necessário adicionar a biblioteca *JSZip*, o trecho de código da aplicação *frontend* do cidadão na figura x exibe a utilização desta biblioteca.

**FIGURA X** – Trecho de código *frontend* responsável por gerenciar imagens compactadas



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Na linha 47 da figura x é realizada uma chamada ao servidor de recursos para obter as imagens da ocorrência usada como parâmetro (“*this*.*call*”), quando não ocorre falhas na solicitação ou no processamento do servidor o bloco de código entre as linhas 49 a 52 são executadas caso contrário o bloco da linha 53 é acionado exibindo uma mensagem de falha ao usuário.

Em seguida, na linha 51 da figura x acontece um chamado à função responsável por descompactar as imagens para que possam ser visualizadas no sistema. A partir da linha 60 utiliza-se uma funcionalidade da biblioteca *JSZip* que efetua a leitura do conteúdo em formato binário (“*blob*”) do arquivo compactado e transforma em uma estrutura de dados inteligível ao código em *Typescript* (objeto denominado “*File*”). Por último na linha 69, o objeto é adicionado na lista de imagens da ocorrência

* + “Como cidadão autenticado, gostaria de poder acompanhar o andamento de minhas ocorrências”. O resultado desta *user story* é apresentado pela figura x;

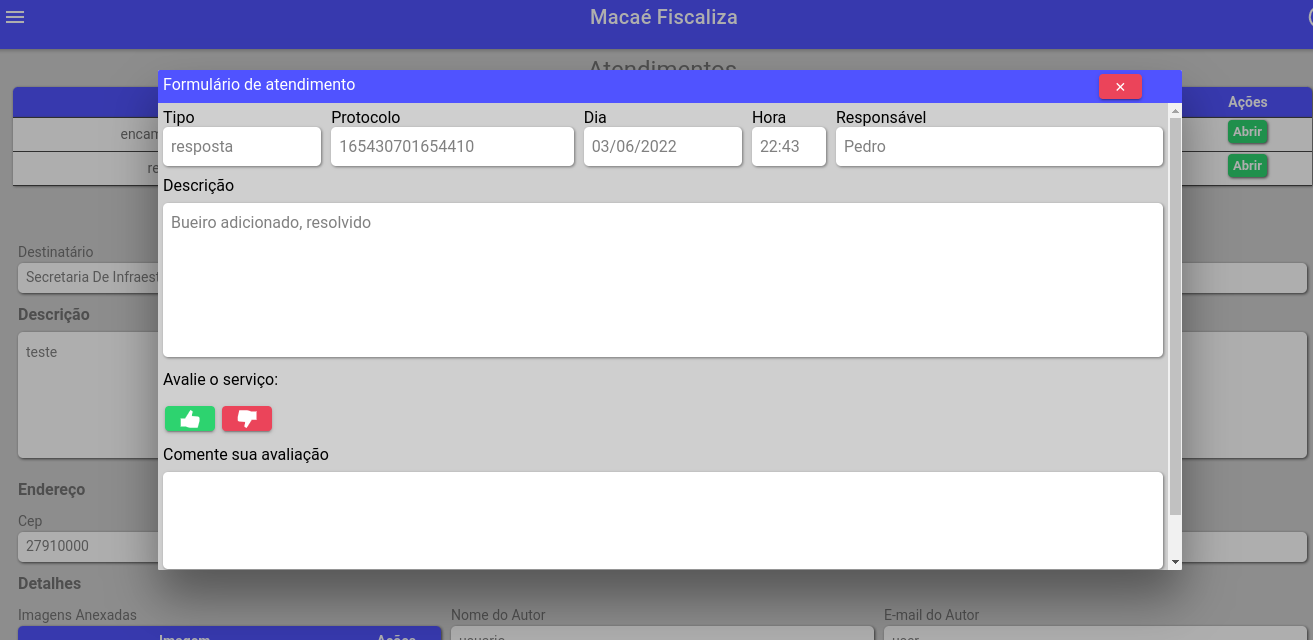
**FIGURA X** – Lista de atendimentos da ocorrência



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

* + “Como cidadão autenticado, desejo ver detalhes de cada item em meu histórico de ocorrências”. O resultado desta *user story* é apresentado pela figura x;
  + “Como cidadão autenticado, preciso responder se aos atendimentos se minha ocorrência foi resolvida ou não”. O resultado desta *user story* é apresentado pela figura x;

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

* + “Como colaborador, preciso que as ocorrências sejam separadas por listas (abertas, avaliadas, não avaliadas e indeferidas)”. A figura x, demonstra o código elaborado para enviar a lista de ocorrências conforme os parâmetros da pesquisa;

**FIGURA X** – Método da classe *CallController*.java



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

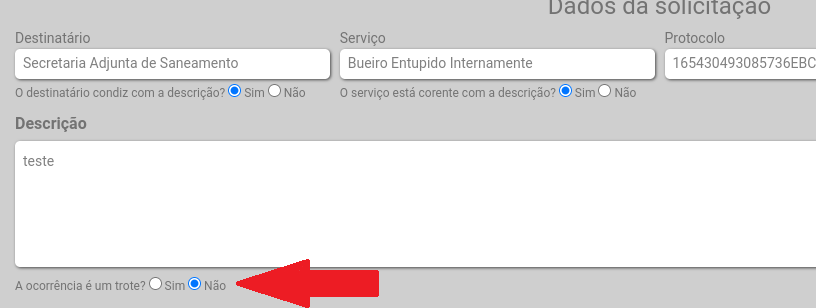
Na linha 162 da figura x é exposta a rota “/*agent*/*calls*/*all*” que o colaborador acessa através de sua respectiva aplicação *frontend* para obter a listagem de ocorrências. A lista de ocorrências salvas no sistema pode ser filtrada pelo parâmetro “status” declarado na linha 164 e ordenada de acordo com o atributo especificado pelo parâmetro “*order*” da linha 165.

Na linha 168 da figura x a função “extractLoginFromContext” extrai a identidade do colaborador pelo *token* enviado no corpo da requisição, em seguida em caso de sucesso, entre as linhas 170 e 176 , a lista de ocorrências é carregada na variável “*calls*”, por fim na linha 178 a função “*prepareResponse*” verifica o conteúdo “*calls*” em caso de falha envia a mensagem da linha 179.

Como é possível observar na figura x, os parâmetros das linhas 164 e 165 não são obrigatórios e quando não informados a lista de todas as ocorrências ordenada pela data de criação é repassada ao cliente *web*.

* + “Como colaborador, preciso ser capaz de fechar ocorrências indevidas, ou trotes” (resolução na figura x);

**FIGURA X** – Recurso para indicação de trote



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

A seta em vermelho na figura x mostra um indicador que ao selecionar a opção “sim” a ocorrência será rotulada como trote e redirecionada para a listagem de ocorrências indeferidas.

* + “Como colaborador, ao acessar o atendimento preciso de informações como a descrição, data, o responsável e seu devido setor, além do *feedback* do cidadão se houver”. Está funcionalidade foi elaborada em forma do formulário de atendimento conforme sua representação na figura x.

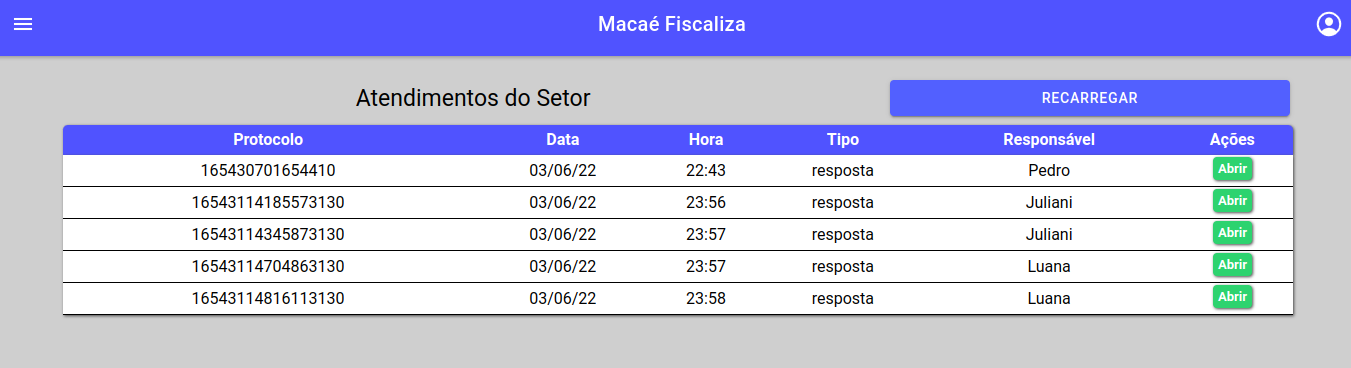
**FIGURA X** – Formulário de atendimento



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

* + “Como colaborador, preciso ter um histórico de atendimentos pelo meu setor”, a resolução desta funcionalidade é exibida na figura x.

**FIGURA X** – Histórico de atendimentos pelo setor do colaborador



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

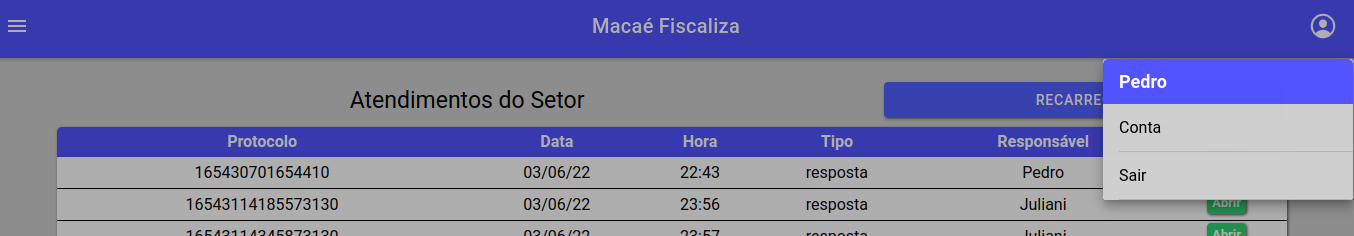
A figura x, ilustra a tabela de atendimentos do setor, devido o acesso simultâneo foi necessário acrescentar o botão “recarregar” para atualizar os valores.

# 4.5.5 *SPRINT* 5

Nesta última *sprint*

* + “Como colaborador, preciso ser capaz de alterar a senha da minha conta”;

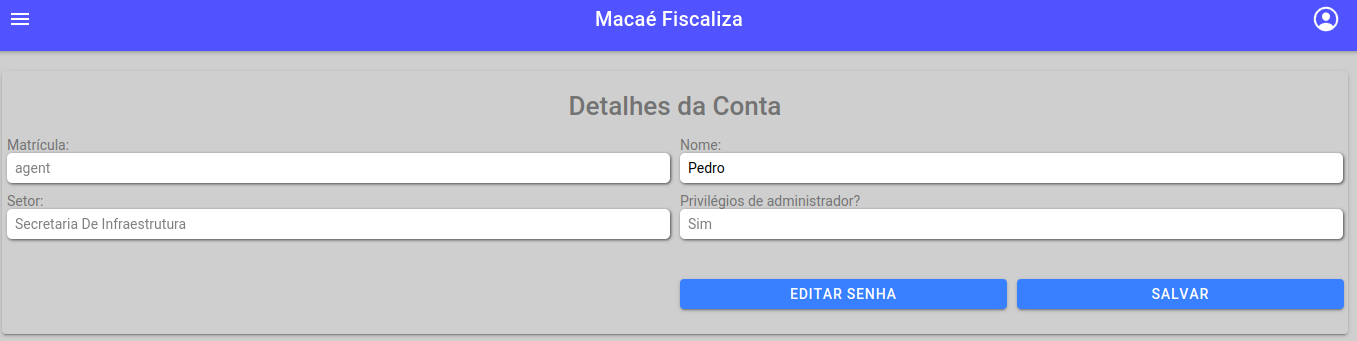
**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

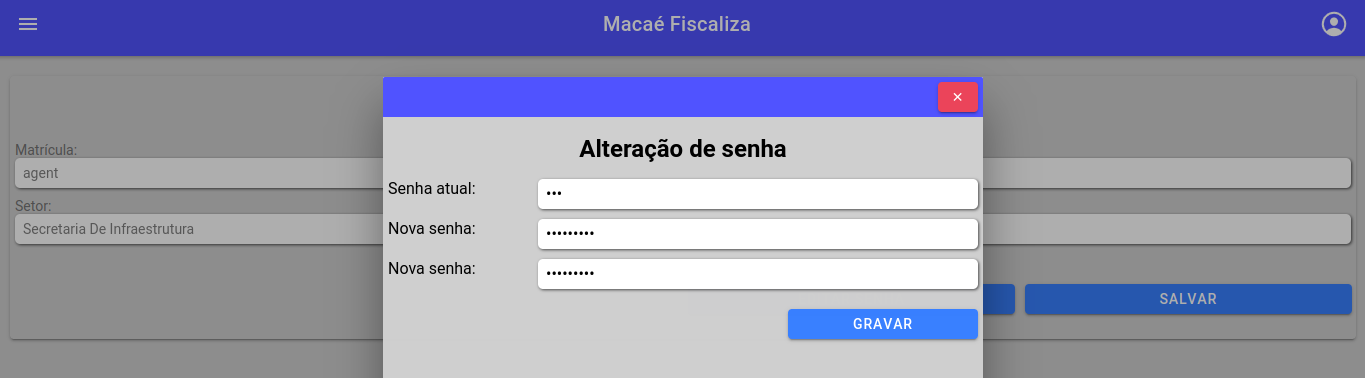
**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

* + “Como administrador, preciso visualizar relatórios de ocorrências atendidas, não atendidas por setor em determinado intervalo de tempo”;

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

* + “Como administrador, preciso cadastrar secretarias”;

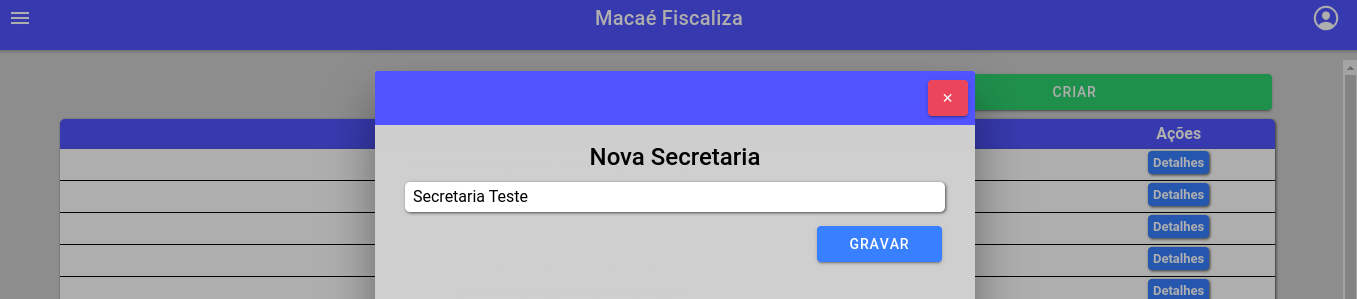
**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido

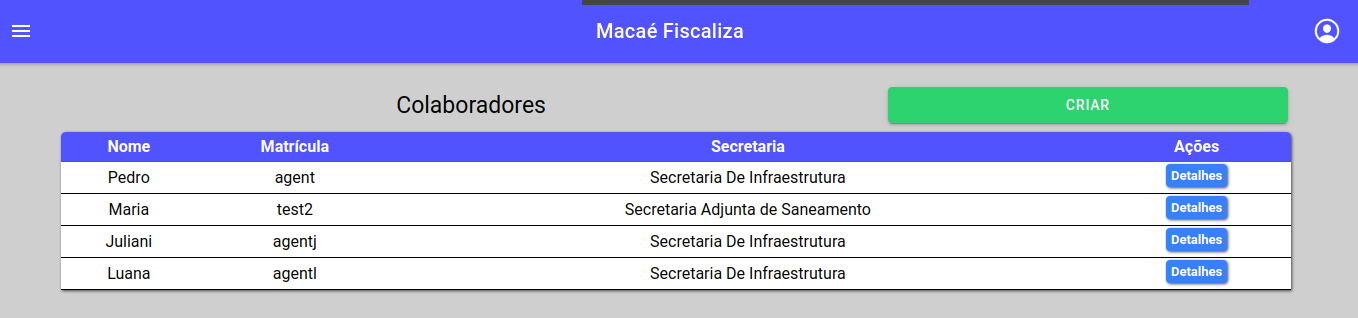


Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

* + “Como administrador, preciso cadastrar colaboradores”;

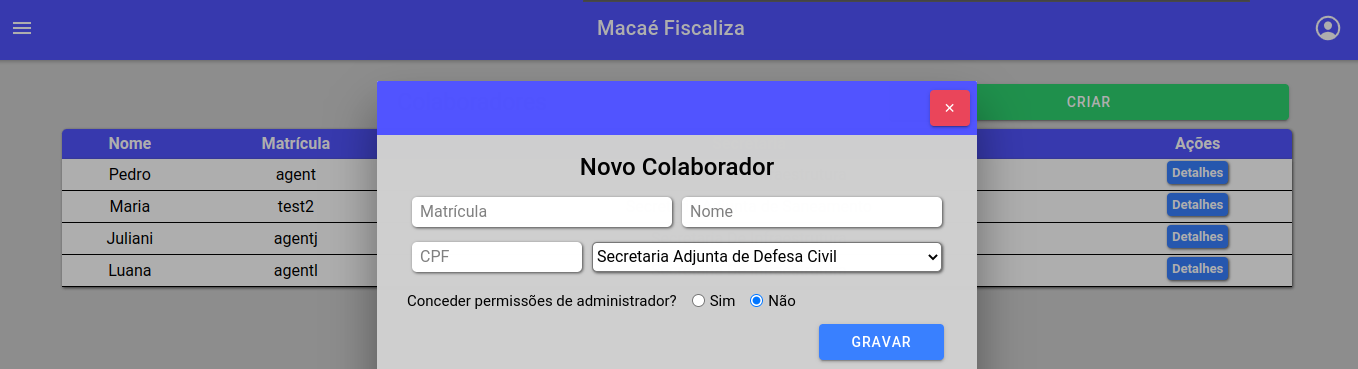
**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido

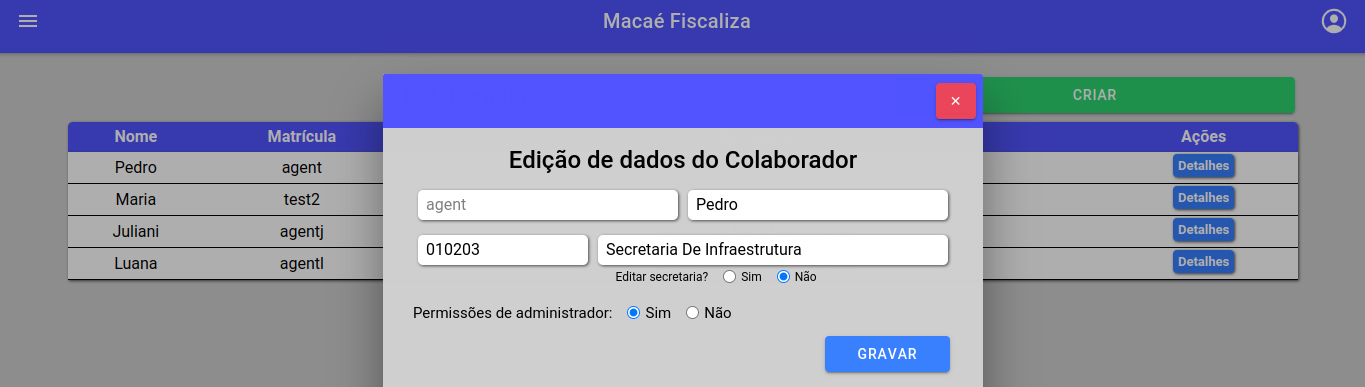


Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

* + “Como administrador, preciso alterar a secretaria do colaborador em caso de remanejamento”;

**FIGURA X** – Diagrama de classes corrigido



Fonte: Produzida pelo autor, 2022

Linha

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, o sistema de zeladoria desenvolvido foi estruturando levando em consideração uma potencial interação aplicações do Macaé App e apesar do conjunto de técnicas referenciadas, no capítulo 2, e aplicadas na construção do sistema, conforme o capítulo 4, é necessário um maior refinamento para que o sistema possa ser disponibilizado ao atendimento ao público. Entretanto o produto final é minimamente viável apresentando as funcionalidades básicas e devido às limitações de desenvolvimento da aplicação sua estruturação não se encontra no formato ideal.

Ainda que o propósito da aplicação e suas funcionalidades sejam simples, a utilização do SCRUM se torna ligeiramente complexa para ser desenvolvimento individualmente onde o desenvolvedor é responsável por toda a carga de estruturação de requisitos que compromete o tempo desenvolvimento. Todavia os ciclos SCRUM são mais dinâmicos que os métodos de desenvolvimento em cascata, mas ocorreu a necessidade de um método de organização mais eficiente para o desenvolvimento individual.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se o refinamento desta aplicação no âmbito de segurança, como por exemplo a aplicação do PKCE – Proof Key for Code Exchange entre o servidor de credenciais e o cliente, e com adições de funcionalidades em tempo real através do protocolo de comunicação *web socket*; o desenvolvimento de um sistema de geolocalização exclusivo para o perímetro da cidade de Macaé, apresentando o nome correto das vias e endereços.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aqui devem constar as considerações finais do trabalho, podendo retomar o objetivo proposto, se este foi alcançado e trabalhos futuros a partir do que foi desenvolvida na pesquisa que resultou no TCC.

# REFERÊNCIAS

Listar, de acordo com as normas da ABNT, os materiais que foram utilizados naelaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

**Observação:** Como qualquer trabalho acadêmico, o TCC precisa ser fundamentado. Portanto, faça citações (diretas ou indiretas) no corpo do texto, de acordo com as normas da ABNT.

Pode-se utilizar o site <http://www.rexlab.ufsc.br:8080/more/> que gera as referências no padrão da norma ABNT e também as citações.

Dicas de como realizar citações podem ser vistas no site: <http://www.tecmundo.com.br/tutorial/834-aprenda-a-usar-as-normas-da-abnt-citacao-2-de-4-.htm>).

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

BIBLIOTECA NACIONAL (Brasil). **Bibliografia do folclore brasileiro**. Rio de Janeiro: Divisão de Publicações, 1971.

LAWRENCE, P. R. **Changingoforganizationalbehaviorpatterns**. Piscataway:

TransactionPublishers, 2001. Disponível em:

<http://search.epnet.com/direct.asp?an=7511860&db=buh>. Acesso em: 22 maio

2004.

MARTONE, C. L. Modelo básico para economia fechada e aberta. In: LOPES, L. M.;

VASCONCELLOS, M. A. S. (Org.). **Manual de macroeconomia**: nível básico e nível

intermediário. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. cap. 13, p. 299-311.

SIQUEIRA, N. A. S. **Substituição da força de venda própria por distribuidores**:

um estudo de caso. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Administração de

Empresas)–Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado - FECAP, São Paulo,

2002.

WOOD JUNIOR, T. **Executivos neuróticos, empresas nervosas**. São Paulo: Negócio, 2002.

# ANEXO A

Elemento opcional. O(s) anexo(s) é (são) identificado (s) por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo (s) respectivo (s) título (s). Excepcionalmente utilizam-se letras maiúsculas dobradas, na identificação dos anexos, quando esgotadas as 23 letras do alfabeto.

Cada anexo deverá ser colocado em uma página.

Anexos são documentos ou materiais adquiridos em órgãos do governo, empresas ou outras fontes, que não foram construídos pelo autor deste trabalho, mas foram utilizados na pesquisa.

Cabe um texto introdutório direcionando para o quê será encontrado neste capítulo, seguido dos anexos, cada um em uma nova página, numerados segundo a ABNT.

# APÊNDICE A

Elemento opcional. O (s) apêndice (s) é (são) identificado (s) por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo (s) respectivo (s) título (s). Excepcionalmente utilizam-se letras maiúsculas dobradas, na identificação dos apêndices, quando esgotadas as 23 letras do alfabeto.

Apêndices são documentos ou materiais feitos pelo autor deste trabalho e que ilustram mais a pesquisa. Pode ser um formulário criado para levantamento de campo, o código de um programa, um texto de algum assunto que não seja central do trabalho (senão deve estar no capítulo do autor), alguma explanação periférica que serve como complementariedade.

Por exemplo, os dados tabulados de uma pesquisa de campo devem estar no trabalho bem como as conclusões tiradas. Mas o formulário utilizado para o levantamento dos dados pode estar aqui, para uma visualização dos campos considerados na pesquisa.

Cabe um texto introdutório direcionando para o quê será encontrado neste capítulo, seguido dos apêndices, cada um em uma nova página, numerados segundo a ABNT.

Cada apêndice deve ser colocado em uma página.