

MARCOS TAN CHI CHEN

SISTEMA DE MONITORAMENTO E
AUTENTICAÇÃO EM LOCAIS DE RISCO
(BEACON TRACKER)

São Paulo
2021

MARCOS TAN CHI CHEN

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E
AUTENTICAÇÃO EM LOCAIS DE RISCO
(BEACON TRACKER)**

Trabalho apresentado à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obten-
ção do Título de Engenheiro Engenheiro de
Computação.

São Paulo
2021

MARCOS TAN CHI CHEN

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E
AUTENTICAÇÃO EM LOCAIS DE RISCO
(BEACON TRACKER)**

Trabalho apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Engenheiro Engenheiro de Computação.

Área de Concentração:
Engenharia de computação

Orientador:
Jorge Risco Becerra

São Paulo
2021

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Jorge Risco Becerra pelo acompanhamento como orientador do projeto e um grande amigo que tive prazer de conhecer.

À equipe da Gsit Tecnologia, pelos conhecimentos técnicos adquiridos durante os estágios que tive a oportunidade de participar.

À Universidade de São Paulo e à Escola Politécnica de São Paulo por oferecer a estrutura e a educação necessária para formação como engenheiro de computação.

RESUMO

Em regiões onde trabalhadores são submetidos a ambientes de risco como frigoríficos, laboratórios químicos e siderurgias, existem leis que restringem o tempo máximo de estadia continua no local e um tempo mínimo de descanso para recuperação do metabolismo. No entanto, devido à pressões por metas de entrega e a falta de tecnologias do tempo de exposição, muitos trabalhadores acabam se submetendo a situações de trabalho excessivo, esquecendo ou as vezes sem a possibilidade de realização do descanso obrigatório e levando a lesões no ambiente de trabalho.

O objetivo do projeto é implementar uma solução de monitoramento de tempo de estadia dos funcionários no local de risco de forma automatizada e garanta que cada nível corporativo da empresa tenha uma maior visibilidade da linha de operação do local de risco. As informações de localizações armazenadas no sistema podem ser utilizadas para tomada de decisão estratégica da empresa e como controle de ponto dos funcionários.

O sistema é composto por emissores de sinais Bluetooth (Beacons), um aplicativo celular responsável por detectar as intensidades de cada Beacon no local e a região do trabalhador, um site administrativo gerencial mostrando o tempo e localização de todos funcionários ativos, dois micro serviços hospedados na Amazon Web Services com acesso ao banco de dados não relacional MongoDB que servem os aplicativos e a aplicação servidora. O sistema conta com um domínio na internet e serviços terceiros de segurança da Cloudflare e de envio de notificações do One Signal.

Palavras-Chave – Ambiente de risco, trabalho excessivo, monitoramento de tempo, automatização, coleta de informações, tomada de decisão, controle de tempo, micro serviços, Beacons, Amazon Web Services, MongoDB, Cloudflare, One Signal.

ABSTRACT

In regions where workers are included in risky environments such as slaughterhouses, chemical laboratories and steel mills, there are laws that restrict the maximum length of stay of each worker and a minimal rest time for the metabolism to recover. Not however, due to pressures for delivery targets and the lack of timeframe technologies, many workers end up submitting themselves to excessive work situations, forgetting or sometimes without the possibility of taking the mandatory rest and taking high chances of health risk in the work environment.

The project objective is to implement a time monitoring solution for stay of employees at the location of risk in an automated way and ensure that each level company's corporate structure has greater visibility of the line of operation of the location of risk. Storage information stored in the system can be used to strategic decision-making of the company and as a control of the employees' point of time.

The system consists of Bluetooth signal emitters (Beacons), an application cell responsible for detecting the intensities of each Beacon in the location and region of the worker, a managerial admin site showing everyone's time and location active employees, two micro services hosted on Amazon Web Services with access to the MongoDB non-relational database serving the applications and application services pain. The system has an internet domain and third-party security services from the Cloudflare and Sending One Signal notifications.

Keywords – Risky environment, overwork, automation, information gathering, decision making, time tracking, micro services, Beacons, Amazon Web Services, MongoDB, Cloudflare, One Signal.

SUMÁRIO

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Introdução	12
1.1	Investigação do problema	12
1.2	Objetivo	13
1.3	Justificativa	13
1.4	Metodologia	15
1.4.1	Design Science	15
1.4.2	Metodologias Ágeis	18
2	Conceitos Teóricos	19
2.1	Digital Twin	19
2.2	Bluetooth Low Energy (BLE)	19
2.3	Geolocalização	20
2.4	Internet das coisas (IOT)	20
3	Projeto	21
3.1	Design da solução	21
3.2	Casos de uso	22
3.2.1	Operações de expediente	22
3.2.2	Mapa	23
3.2.3	Histórico	24
3.2.4	<i>Dashboard</i>	24

3.2.5	Visualização de notificação no aplicativo	24
3.3	Contexto do negócio	24
3.3.1	Agentes no contexto do negócio	24
3.3.1.1	Funcionário operacional	25
3.3.1.2	Gerentes	25
3.3.1.3	Diretoria	25
3.3.2	BPMN	26
3.4	Informação de Negócio	27
3.5	Elementos Computacionais	29
3.5.1	Operações de expediente	30
3.5.2	Temporizador	30
3.5.3	Detecção de tempo limite	31
3.5.4	Enviar e mostrar notificações	31
3.5.5	<i>Dashboard</i>	32
3.5.6	Mapa	32
3.5.7	Histórico	32
3.5.8	Tabela de processamentos	33
3.6	Infraestrutura	35
3.6.1	Arquitetura de desenvolvimento	36
3.6.2	Arquitetura Computacional em Três Camadas	37
3.6.3	Banco de dados não relacional	38
3.6.3.1	Coleção <i>User</i>	39
3.6.3.2	Coleção <i>Notification</i>	39
3.6.3.3	Coleção <i>Region</i>	40
3.6.4	Segurança	40
3.7	Tecnologias	41

3.7.1	<i>React</i>	41
3.7.2	Beacon EMBC02	41
3.7.3	AWS EC2	43
3.7.4	ASP NET Core	43
3.7.5	MongoDB	43
3.7.5.1	<i>MongoDb Atlas</i>	44
3.7.5.2	MongoDB Charts	44
3.7.6	<i>One Signal</i>	44
3.7.7	<i>Name.com</i>	45
3.7.8	CloudFlare	45
3.8	Planejamento de desenvolvimento	45
4	Implementação da solução	47
4.1	Banco de dados	47
4.2	Autenticação e autorização	49
4.3	Operações de expediente	52
4.3.1	Detecção de Local	52
4.3.2	Ciclo do expediente	53
4.4	Mapa	55
4.4.1	Visualização do Mapa	56
4.4.2	Envio de notificação	56
4.5	Histórico	59
4.6	<i>Dashboard</i>	60
5	Considerações Finais	62
5.1	Conclusão do projeto de formatura	62
5.2	Impacto da solução para as áreas da empresa	63
5.2.1	Produto	63

5.2.2	Vendas e marketing	63
5.2.3	Finanças e contabilidade	63
5.2.4	Recursos humanos	64
5.3	Melhorias e trabalhos futuros	64
5.3.1	Projeto de escalabilidade da infraestrutura	64
5.3.2	Recursos de infraestrutura consolidada	65
5.3.3	Projeto de análise dos dados para áreas funcionais da empresa . . .	65
	Referências	66

LISTA DE FIGURAS

1	Faixa Temperaturas NR 29 e intervalos exigidos	14
2	Framework Design Science	16
3	Fluxo de tarefas do Design Science	17
4	Ciclo de design	18
5	Ciclo do Scrum	18
6	BPMN	27
7	Arquitetura das tecnologias	37
8	Arquitetura em três camadas	38
9	Beacon <i>EMBC02</i>	42
10	Modos de funcionamento do Beacon	42
11	Cronograma de desenvolvimento	46
12	Coleção User	48
13	Coleção Region	48
14	Coleção Notification e Beacon	49
15	Serviço de autenticação com JWT	50
16	Fluxo de autenticação do Aplicativo	51
17	Tela de autenticação administrador	51
18	Fluxo de expediente	54
19	Fluxo de expediente	55
20	Interface do mapa administrativo	56
21	Tela de notificações do funcionário no aplicativo	58
22	Tela de notificações no sistema administrativo	58
23	Tela de histórico no sistema administrativo	59

24	Documento CSV exportado pela plataforma	60
25	Tela de painel de visualização parte 1	61
26	Tela de painel de visualização parte 2	61

LISTA DE TABELAS

1	Agentes com respectivas responsabilidades e interfaces	26
2	Tabela de visão da informação	29
3	Tabela de informação em níveis corporativos	29
4	Tabela de processamento	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 Investigação do problema

No ano de 2020, o Brasil foi o país que mais exportou carne bovina. Com representação de 14,3% do rebanho do mundo, se for somado a produção de aves e de suínos, o Brasil passa a ocupar a terceira posição mundial no mercado internacional de carnes, com uma produção que corresponde a 9,2%, em 2020, ou 29 milhões de toneladas, atrás da China e dos Estados Unidos. Já em quantidade de carnes exportadas (bovina, suína e aves), em 2020, o Brasil passou a ocupar o segundo lugar, com 7,4 milhões de toneladas ou 13,4% do total mundial. [1]

Dentro deste contexto, o principal motor para receber os animais, realizar os cortes e preparação das carnes estão os frigoríficos, locais onde diversos funcionários trabalham em ambientes de risco, sob grandes variações de temperatura e com máquinas afiadas para cortes das carnes. Os frigoríficos estão entre os ambientes de trabalho que mais oferecem riscos à saúde e segurança do trabalhador devido às atividades relacionadas ao abate, corte e armazenagem dos alimentos. O manuseio de equipamentos pesados e cortantes, o ritmo acelerado de trabalho, a exposição à umidade e a baixas temperaturas e os choques térmicos são fatores que podem aumentar as chances de acidentes e adoecimento, especialmente se não forem adotadas medidas de segurança.

Devido ao grande potencial de risco, a indústria frigorífica está entre uma das indústrias que mais possuem números de acidentes de trabalho no ramo alimentício. Apenas no ano de 2017, ocorreram 20.595 acidentes nos frigoríficos, uma média de 54 ocorrências por dia [2]. Como mostrado no documentário Carne e Osso mostrado pelo Repórter Brasil, acidentes como traumatismo na cabeça ou abdômen e tendinite ocorrem pelo extensa carga horária dos trabalhadores, muitas vezes por pressão de atingir uma certa meta e sem o monitoramento necessário por parte do frigorífico para evitar situações desta natureza.[3] Como resultado deste cenário, diversos frigoríficos acumulam inúmeros processos trabalhistas que poderiam ser evitados se adotassem alguma solução de monitoramento e

controle de tempo.

1.2 Objetivo

O objetivo desta monografia é documentar os conceitos, planejamento, implementação e testes do sistema de monitoramento e autenticação em locais de risco (*Beacon Tracker*).

O sistema tem responsabilidade principal o monitoramento de usuários durante o expediente nos locais de risco, identificando-os, geo localizando e monitorando o tempo em que estão em cada local. Na solução, a equipe de gestão possui uma visão detalhada da situação dos usuários nos locais de risco e dados em tempo real para a tomada de decisão.

O sistema será implementado no contexto de frigorífico, contudo, a arquitetura do sistema será construída de forma que seja fácil a configuração para outros ambientes de risco como laboratórios químicos e usinas nucleares.

1.3 Justificativa

Dentro do contexto de frigoríficos, conforme descrito no DECRETO – LEI N° 5.452, DE 1° DE MAIO DE 1943 - Consolidação das Leis do Trabalho SEÇÃO VII, é exigido por lei um intervalo de tempo de repouso para trabalhadores que estão expostos em locais de temperatura extrema.[4] A tabela do item 29.3.16.2 da NR 29(Norma Regulamentadora de Saúde e Segurança no ambiente de Trabalho) mostra o tempo de descanso exigido para cada faixa de temperatura.[5]

Faixa de Temperatura de Bulbo Seco (°C)	Máxima Exposição Diária Permissível para Pessoas Adequadamente Vestidas para Exposição ao Frio.
+15,0 a -17,9 *	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 6 horas e 40 minutos, sendo quatro períodos de 1 hora e 40 minutos alternados com 20 minutos de repouso e recuperação térmica fora do ambiente de trabalho.
+12,0 a -17,9 **	
+10,0 a -17,9 ***	
-18,0 a -33,9	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 4 horas alternando-se 1 hora de trabalho com 1 hora para recuperação térmica fora do ambiente frio.
-34,0 a -56,9	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 1 hora, sendo dois períodos de 30 minutos com separação mínima de 4 horas para recuperação térmica fora do ambiente frio.
-57,0 a -73,0	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 5 minutos sendo o restante da jornada cumprida obrigatoriamente fora de ambiente frio.
Abaixo de -73,0	Não é permitida a exposição ao ambiente frio, seja qual for a vestimenta utilizada.

(*) faixa de temperatura válida para trabalhos em zona climática quente, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

(**) faixa de temperatura válida para trabalhos em zona climática sub-quente, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

(***) faixa de temperatura válida para trabalhos em zona climática mesotérmica, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

Figura 1: Faixa Temperaturas NR 29 e intervalos exigidos

O sistema *Beacon Tracker* fornece a solução para este tipo de problema. A ideia é detectar qual região que o usuário entrou de forma automática e realizar um monitoramento o tempo em que está no local. Caso ocorra uma extrapolação do tempo permitido, o gestor dentro de uma sala de controle receberá um aviso sobre a situação adversa. Com base neste alerta, ele poderá enviar uma notificação personalizada diretamente ao usuário no local sobre o vencimento do tempo de permanência e solicitar que se retire do local imediatamente.

Com a tecnologia, o local de risco terá uma forma de registrar de quais locais e horários que os usuários ficaram em determinadas regiões. Com isso, a empresa coleta informações de expedientes realizados pelos funcionários da empresa e poderá ser utilizado em situações que o funcionário percebeu uma extrapolação das horas trabalhadas. Com os dados armazenados na plataforma, o funcionário poderá realizar uma denúncia do expediente em percebeu a ocorrência de alguma irregularidade. Pela plataforma a diretoria poderá validar se houve alguma situação adversa e, caso positivo, punir o gestor responsável pela prática. Por outro lado, em casos de processos judiciais com alegação de trabalhos excessivos, a empresa possui uma ferramenta de comprovação das horas trabalhadas pelo funcionário. Desta forma, o sistema é uma ferramenta de transparência para todas as partes da empresa.

No caso dos frigoríficos, o sistema garante a maior visibilidade do funcionamento do

local. A diretoria do frigorífico tem a possibilidade de detectar se tem alguma prática irregular por parte dos gestores e se há, mitigar se as metas definidas pela estão exigindo demais da equipe operacional. Além disso, o sistema irá coletar e armazenar dados comportamentais dos funcionários que poderão ser utilizados para análise de desempenho e otimização de processos.

Para gerência do frigorífico, o sistema será uma ferramenta de gestão em tempo real. Por meio de uma interface administradora, o gestor pode visualizar a situação das regiões onde está monitorando, em que poderá realizar o controle da jornada de trabalho dos funcionários individualmente e enviar alertas personalizadas distância, sem a necessidade de entrar no local de risco.

Para o trabalhador, ele possui uma forma de se proteger de pressões e exigências de trabalhos excessivos uma vez que o sistema dará transparência de suas horas de trabalho e intervalos obrigatórios. Além disso, o funcionário não precisa se preocupar em monitorar o seu tempo no local, uma vez que o sistema já irá realizar isso por meio de um aplicativo e avisar quando o tempo máximo for atingido. Desta forma o funcionário poderá focar somente no trabalho em que está realizando.

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada para orientar e arquitetar o desenvolvimento deste sistema será o *Design Science*. O paradigma consiste em investigar e projetar um artefato no qual melhora algo a um determinado *stakeholder*. O artefato poderá ser tanto um método, técnica, algoritmo, no caso deste projeto será o sistema de monitoramento Beacon Tracker e os *stakeholders* serão os diretores, gestores e trabalhadores dos locais de risco.

Já para a implementação, serão utilizadas metodologias ágeis para o planejamento, desenvolvimento e validação de cada etapa, uma vez que o sistema é dividido em subsistemas com alto nível de integração.

1.4.1 Design Science

O *Design Science Research* consiste em uma metodologia que investiga a geração de conhecimento no processo de concepção de artefatos dentro de um determinado contexto de aplicação. A metodologia se define em investigar e projetar um artefato dentro de um determinado contexto visando melhorar algo para este contexto por meio de dois grandes ciclos de resolução de problemas: o ciclo de design e o ciclo da investigação. O contexto

pode ser estendido aos *stakeholders* do projeto.

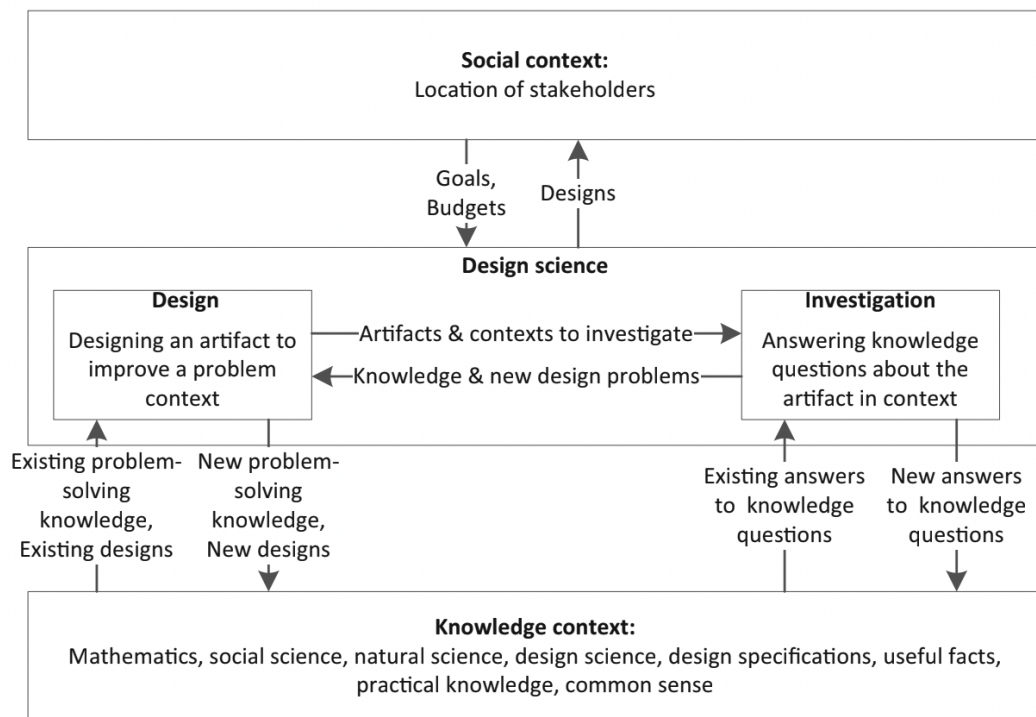


Figura 2: Framework Design Science

O contexto social na parte superior da imagem contém os *stakeholders*, indivíduos que poderão afetar ou serem afetados pelo projeto. Estes podem ser usuários, operadores, administradores ou patrocinadores de um dado artefato a ser desenvolvido.

O contexto do conhecimento consiste em teorias existentes da ciência e da engenharia, especificações de designs já existentes, podendo ser pesquisas já realizadas ou produtos já disponíveis a serem utilizados como material de estudo. O *Design Science* utiliza de um embasamento nestes conhecimentos já existentes para produzir novos designs ou para responder a certos questionamentos.

As duas partes centrais do *Design Science* consistem na investigação e do design. Do design se entende como uma necessidade de mudança e requer uma análise das metas dos *stakeholders*. Uma solução a um determinado problema é um design. Já a investigação consiste principalmente de questionamentos sobre o mundo como é. Desta forma, estas duas partes centrais se complementam de forma que o design propõe a implementação de uma solução que visa a melhoria ou desenvolvimento de um artefato ao *stakeholder*, e a investigação questiona e analisa a necessidade e a validade dos argumentos desenvolvidos pelo design. Ambos sempre sendo apoiados pelo contexto do conhecimento, consolidando

a construção de um artefato bem baseado na ciência e que seja também relevante aos *stakeholders*.

Com esta filosofia em mente, o círculo de design e engenharia consiste em processos de resolução de problemas. São elas: Investigação do problema, design da solução, validação da solução, implementação da solução e avaliação da solução.

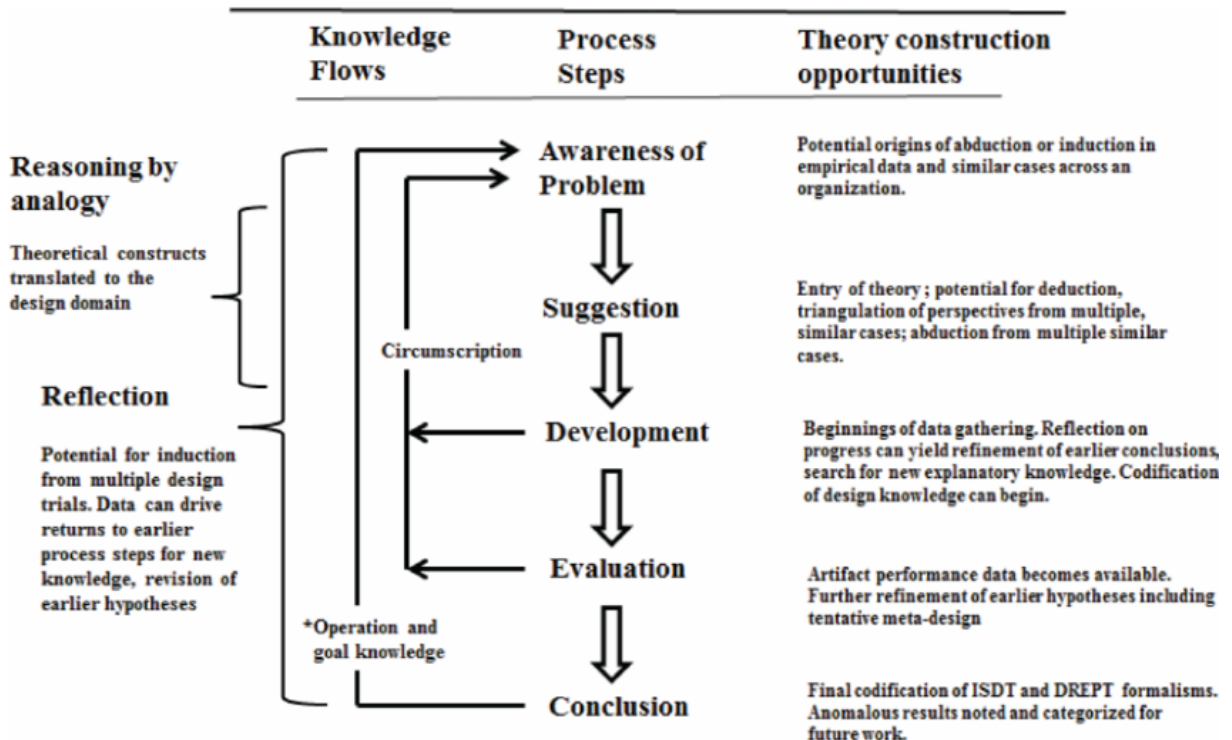


Figura 3: Fluxo de tarefas do Design Science

Como se pode visualizar na figura 4, cada etapa do ciclo de design apresenta diversos questionamentos do ciclo de investigação, estimulando respostas que exigem do conhecimento técnico e científico para o embasamento e a construção do artefato.

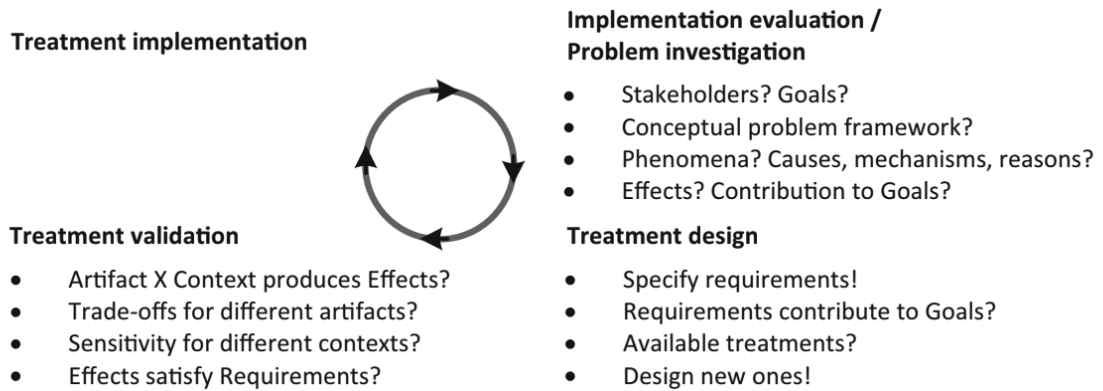


Figura 4: Ciclo de design

1.4.2 Metodologias Ágeis

As metodologias ágeis são conjuntas de métodos e organização de projetos nos quais permitem uma rápida comunicação, praticidade, flexibilidade e validação de projetos de desenvolvimento de software. [6]

Dentro dos diversos modelos das metodologias ágeis, o selecionado será o *Scrum*. A vantagem formato é a possibilidade de dividir o sistema em uma lista de pequenas entregas (*Backlog*), onde cada entrega é chamada de Sprint, e cada Sprint terá o objetivo de planejar, desenvolver e validar uma dada funcionalidade do sistema.

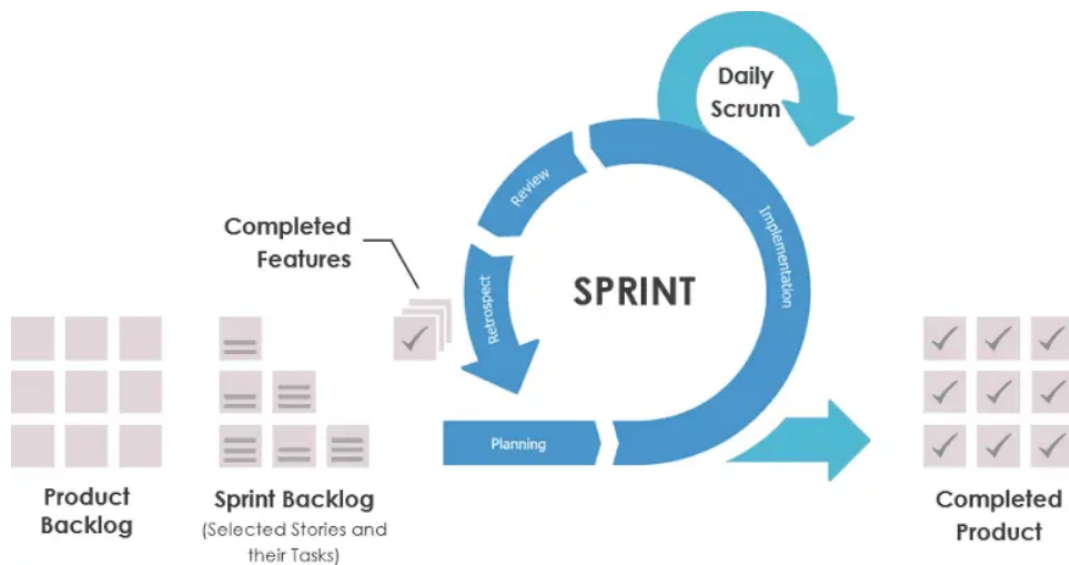


Figura 5: Ciclo do Scrum

2 CONCEITOS TEÓRICOS

2.1 Digital Twin

O Gêmeo Digital (*Digital Twin*) consiste de uma instancia virtual de um dado objeto físico no qual representa todas as funcionalidades e vínculos entre os elementos que interagem entre si, no qual constantemente realiza adaptações por meio da coleta de dados em tempo real e consegue analisar e prever comportamentos da sua contraparte no mundo físico.[7] A sua aplicação no contexto de cidades inteligentes consiste que diversos dispositivos e sensores façam a coleta das informações e enviem as informações para análises e monitoramento em tempo real por meio da internet.

Neste contexto, sistema *Beacon Tracker* é um tipo de aplicação de *Digital Twin* capaz de coletar a localização do usuário em tempo real, enviar estas informações a um servidor responsável por processar e armazenar as informações. Com isso, é construído um espelhamento digital dos comportamentos dos usuários dentro dos locais de risco e realizar análises com base nestes mapeamentos como detectar se houve situações de trabalho em excesso, quantidade de indivíduos que faltaram em determinados dias, tempo de descansos em excesso e tomar as decisões estratégicas para a empresa.

2.2 Bluetooth Low Energy (BLE)

O *Bluetooth Low Energy*(BLE) é uma tecnologia de rede de área pessoal (PAN) no qual tem o enfoque maior na economia de energia em comparação com o Bluetooth clássico. A proposta desta tecnologia é voltada principalmente a soluções de internet das coisas onde há de dispositivos na ponta em que são disponíveis por um longo período de tempo e funcionamento a base de pilha, como é o no caso dos Beacons.

2.3 Geolocalização

Conforme explica o documento *GPS Standard Positioning Service (SPS) Performance Standard*[8] oferecido pelo Departamento de defesa dos Estados Unidos, o sistema de posicionamento global (GPS) é uma tecnologia mundialmente utilizada para realização de rastreamento e geolocalização global. O seu funcionamento se baseia numa rede de 24 satélites ao redor da Terra nos quais trocam informações com o dispositivo a ser localizado para a determinação da localização. De forma simplificada, o sistema se baseia no conceito de triangulação para localização do receptor no planeta, onde três satélites enviam o sinal até o receptor, e este calcula o tempo que cada sinal demora até chegar. No entanto, como demonstra a pesquisa *Indoor Positioning Using GPS Revisited*[9], o sistema GPS se torna impreciso dentro de locais fechados onde o sinal emitido pelos satélites são bloqueados pelos telhados e paredes das construções.

Com isto em mente, como o sistema de monitoramento *Beacon Tracker* realiza a coleta de geolocalização de usuários dentro dos locais de riscos, o sistema GPS não é efetivo para a precisão necessária. A alternativa para este problema é utilizar o mesmo conceito de triangulação do sistema GPS, contudo, com a tecnologia dos *Beacons* que atuam como emissores de sinais *Bluetooth*. Com isso, é possível o mapeamento da localização dos usuários por meio da identificação de cada *Beacon* e as respectivas intensidades.

2.4 Internet das coisas (IOT)

A Internet das coisas pode ser descrita como um grupo de infraestruturas conectadas que permitem o gerenciamento, coleta de dados e acesso aos dados gerados. Cada infraestrutura pode ser definida como um grupo de tecnologias que possibilitam o transporte, armazenamento, processamento e acesso aos dados gerados por usuários ou outros sistemas. As tecnologias utilizadas para a estruturação das infraestruturas podem ser sensores ou atuadores com funções específicas de coleta e comunicação com outros equipamentos, softwares de processamento em nuvem cuja comunicação é feita por meio da internet pelas *APIs* (interfaces de programação de aplicações), sistemas de armazenamento de dados, e infraestrutura de redes. [10]

3 PROJETO

3.1 Design da solução

O contexto de utilização do sistema *Beacon Tracker* é em qualquer local onde há a necessidade de monitorar o tempo de estadia dos usuários. Nesta implementação, foi utilizado o contexto de frigoríficos de exemplo como mencionado na seção 1.2.

Os frigoríficos são locais onde há um grande fluxo de pessoas em regiões onde as temperaturas são extremas. Como mencionado na seção 1.3, a lei restringe um tempo máximo de estadia do funcionário dependendo da temperatura do compartimento em que ele está trabalhando. Desta forma, há a necessidade de um controle e monitoramento do tempo de estadia dos funcionários com base na criticidade da região em que ele irá trabalhar.

A implementação do sistema no local de risco consiste na instalação dos Beacons em cada região do local e o mapeamento em relação ao nível de risco que cada um apresenta. Na medida que a região é considerada mais perigosa em relação à outra, o tempo de estadia permitido no local deverá ser menor, o tempo de descanso.

Por meio do uso de um aplicativo instalado nos celulares dos funcionários, o sistema é capaz de detectar as regiões de cada trabalhador durante os expedientes de trabalho, e monitorar o tempo de estadia individualmente. Com isso, o aplicativo mostra ao usuário o seu tempo restante no local, alerta quando o tempo permitido de estadia for ultrapassado e mostra o tempo recomendado de descanso. Em situações de adversidades, o gestor do local de risco é notificado pelo site administrador no qual poderá realizar o acompanhamento.

Os dados de localizações e as identificações dos funcionários serão armazenados em um banco de dados na nuvem são visualizados por meio de um *Website* administrativo, o *Beacon Tracker Admin*. Na interface, o gestor do frigorífico pode ter uma visão geral do local de risco com diversas informações sobre os expedientes, por meio de um *dashboard* e um mapa da região com a localização dos funcionários. Algumas das informações

que poderão ser visualizadas são: tempo de estadia de cada funcionário, quantos funcionários estão trabalhando, quantos funcionários estão descansando, região de onde cada funcionário está, entre outros. Em situações em que há funcionários que excederam o tempo de estadia permitido, o sistema administrador avisa o gestor da situação adversa pela plataforma tomar a decisão mais adequada. Caso haja a necessidade de enviar uma notificação personalizada para um determinado usuário, ele poderá digitar o conteúdo da mensagem e enviar ao dispositivo celular do funcionário desejado. Todas as mensagens serão salvas no banco de dados e o histórico de mensagens poderá ser visualizado pelo sistema administrativo. No aplicativo também poderá ser visualizado, contudo apenas restrito às mensagens do funcionário ao qual pertence o dispositivo celular, garantindo a confidencialidade das informações.

Na plataforma administradora também será possível a visualização de histórico de localização dos funcionários com informações como data e horário de início de trabalho, início de descanso, fim de expediente, região, tempo máximo permitido na região e tempo mínimo de descanso. Estas informações poderão ser exportadas tanto pela equipe estratégica do frigorífico para futuras análises, relatórios, acompanhamento de performance dos trabalhadores nos frigoríficos, pela equipe jurídica do frigorífico quando houver a necessidade de comprovação dos expedientes realizados pelo trabalhador ou pela gerência estratégica certificar que não há situações de exploração dos trabalhadores pelos gestores dos frigoríficos.

3.2 Casos de uso

3.2.1 Operações de expediente

A jornada do funcionário se inicia com a instalação do aplicativo celular *Beacon Tracker App* e realizando a sua autenticação no aplicativo. Para o funcionamento correto, dispositivo deve estar conectado na internet e estar com o *Bluetooth* habilitado. Uma vez autenticado, o dispositivo celular do funcionário inicia a captação de sinais *Bluetooth* emitidos por cada *Beacon* instalados no frigorífico e realizar a detecção da região onde o dispositivo está localizado. As informações da região e intensidade dos *Beacons* são enviadas para a aplicação servidora na nuvem, onde são armazenados no banco de dados juntamente com identificação do usuário.

Uma vez detectada a sua localização, o trabalhador pode iniciar o expediente. Ao iniciar, aplicativo mostra uma contagem regressiva com o tempo restante que ele possui

naquela região. Nesta etapa, o funcionário é apresentado com um botão com a possibilidade de descansar. Caso o usuário não realizar o descanso e a contagem regressiva zerar, o dispositivo começará a vibrar e tocar alertas para notificar do tempo expirado. Nesta situação o gestor do frigorífico também é notificado sobre a situação. Caso o funcionário selecione a realização do descanso, o aplicativo irá registrar sobre a ação e o funcionário poderá se retirar da região de risco.

Durante o descanso, o funcionário é apresentado com duas opções: finalizar o seu trabalho e retornar ao expediente. Ao selecionar a opção de finalização, será concluindo o expediente do trabalho na região. Já na opção de retornar, o aplicativo reinicia a rotina de início de expediente e o funcionário poderá retornar aos trabalhos.

3.2.2 Mapa

Com as informações de localizações dos usuários coletadas durante os expedientes, o gestor do frigorífico pode realizar a gestão dos expedientes dentro de uma sala de controle por meio da plataforma web. Como pré-requisito, o gerente deve estar cadastrado no sistema e já ter efetuado o login na plataforma. O fluxo desta tela é dividido em duas jornadas de usuário correlacionadas: a jornada de visualização de dados de monitoramento dos trabalhadores e a jornada de envio de notificação.

Ao acessar a tela do mapa, o gerente é apresentado com a planta baixa do frigorífico, com todas as regiões mapeadas dentro do sistema e as respectivos níveis de risco. Ao lado da planta terá uma tabela com informações dos respectivos funcionários ativos em tempo real, mostrando dados de identificação, região e tempo de estadia.

Em situações em que o tempo de algum funcionário de corte ultrapassar o tempo permitido na respectiva região onde está trabalhando, o sistema irá visualmente alertar o gestor da situação crítica. Ciente da situação, o gestor terá a opção de enviar uma notificação personalizada a somente a este usuário. Para isso, o gestor irá clicar na opção de envio de notificação ao funcionário desejado, com o título e a mensagem da notificação. A mensagem é armazenada como histórico no banco de dados, onde apenas o funcionário destinatário, gestores e diretores terão acesso à informação da mensagem. Uma vez enviada, o dispositivo celular do destinatário irá vibrar e mostrar a mensagem. Se o funcionário abrir o aplicativo e visualizar a mensagem, será registrado o evento de abertura e salvo no banco de dados a informação de que o funcionário leu a informação.

3.2.3 Histórico

A tela de histórico será a interface onde o gestor poderá visualizar os expedientes dos funcionários que trabalharam no local de risco. Cada expediente consiste de informações das operação de início de expediente, início de descanso, retorno de expediente ou fim de expediente. Para cada operação é salvo o tempo no qual foi realizada a medição, a região em que foi feita, o identificador do usuário e o tempo restante permitido para a operação. Desta forma, o gestor terá uma forma de comprovação de que um determinado funcionário esteve em um dado local em um determinado momento e o tempo em que o funcionário ficou na região.

Para a diretoria do frigorífico, além da possibilidade de visualizar os expedientes dos funcionários, será adicionada a possibilidade de exportação dos dados de expedientes dos funcionários. Estes dados poderão ser utilizados para planejamento estratégicos da empresa, como realocação de escalas de funcionários, em agrupamento de dados para análises de desempenhos de cada funcionário, entre outros. O escopo do sistema se encerra na exportação destes dados de expedientes, deixando a tarefa de análise de dados para futuros sistemas e projetos que se podem se integrar a deste projeto.

3.2.4 *Dashboard*

O fluxo do *dashboard* é a jornada em que o gestor poderá ter uma visão geral do funcionamento do frigorífico, com informações agrupadas de dados e gráficos da situação em tempo real do frigorífico. São disponibilizadas informações como quantidade de usuários ativos, região com mais funcionários, quantidade de usuários que ultrapassaram o tempo permitido, período de maior tráfego de funcionários, entre outros.

3.2.5 Visualização de notificação no aplicativo

As notificações recebidas pelo funcionário ao longo de seus expedientes pode ser visualizada na tela de notificações do aplicativo.

3.3 Contexto do negócio

3.3.1 Agentes no contexto do negócio

O sistema apresenta três principais agentes que irão interagir com o sistema.

3.3.1.1 Funcionário operacional

O funcionário é o agente responsável por atuar na região de risco, se expondo a situações e a ambientes de risco. A sua principal interface de interação é por meio do aplicativo celular *Beacon Tracker App* que deve estar instalado no seu dispositivo e já autenticado com as suas credenciais. Com isso, o aplicativo será responsável por enviar suas localizações para a equipe de gerencia monitorar o seu trabalho de risco e avisar o momento em que deve realizar o descanso exigido por lei.

3.3.1.2 Gerentes

Os gerentes são os agentes responsáveis por supervisionar a operação dos funcionários de corte em cada região. Por meio da interface web, o gerente pode monitorar o tempo de estadia de cada funcionário com base na região em que o mesmo está localizado, quais regiões que o funcionário frequentou ao longo do expediente e a quantidade de descanso que foi realizado. Em casos em que o funcionário excede o tempo permitido na região, o sistema irá destacar visualmente o funcionário para notificar o gestor da situação. Desta forma o gerente poderá enviar uma notificação com texto personalizado por meio da interface, alertando o funcionário sem a necessidade de sair de sua sala de gestão. O gestor também poderá visualizar informações em tempo real por meio da tela de *dashboard* em que reúne as informações de auxilio para tomadas de decisões.

3.3.1.3 Diretoria

Por fim, a diretoria são os indivíduos responsáveis pela visão estratégica da empresa. Este agente terá a responsabilidade de analisar os dados gerados pelo sistema que poderão ser utilizados para análise de tendências dos funcionários, produtividade por região, alocação e entre outras aplicações que não serão contemplados neste trabalho.

Agente	Interface	Responsabilidade
Funcionário de corte	Aplicativo	Habilitar geolocalização, efetuar registros de início, pausa e finalização de trabalhos, atentar a notificações e alertas
Gerentes	Website	Monitorar e fiscalizar os funcionários presentes nos frigoríficos
Diretoria	Website	Gerar relatórios e visualização de dados do sistema

Tabela 1: Agentes com respectivas responsabilidades e interfaces

3.3.2 BPMN

Com base na descrição dos casos de uso da seção 3.2 e as responsabilidades de cada agente do sistema da seção foi construída o *Business Process Model and Notation* (BPMN) do sistema *Beacon Tracker*.

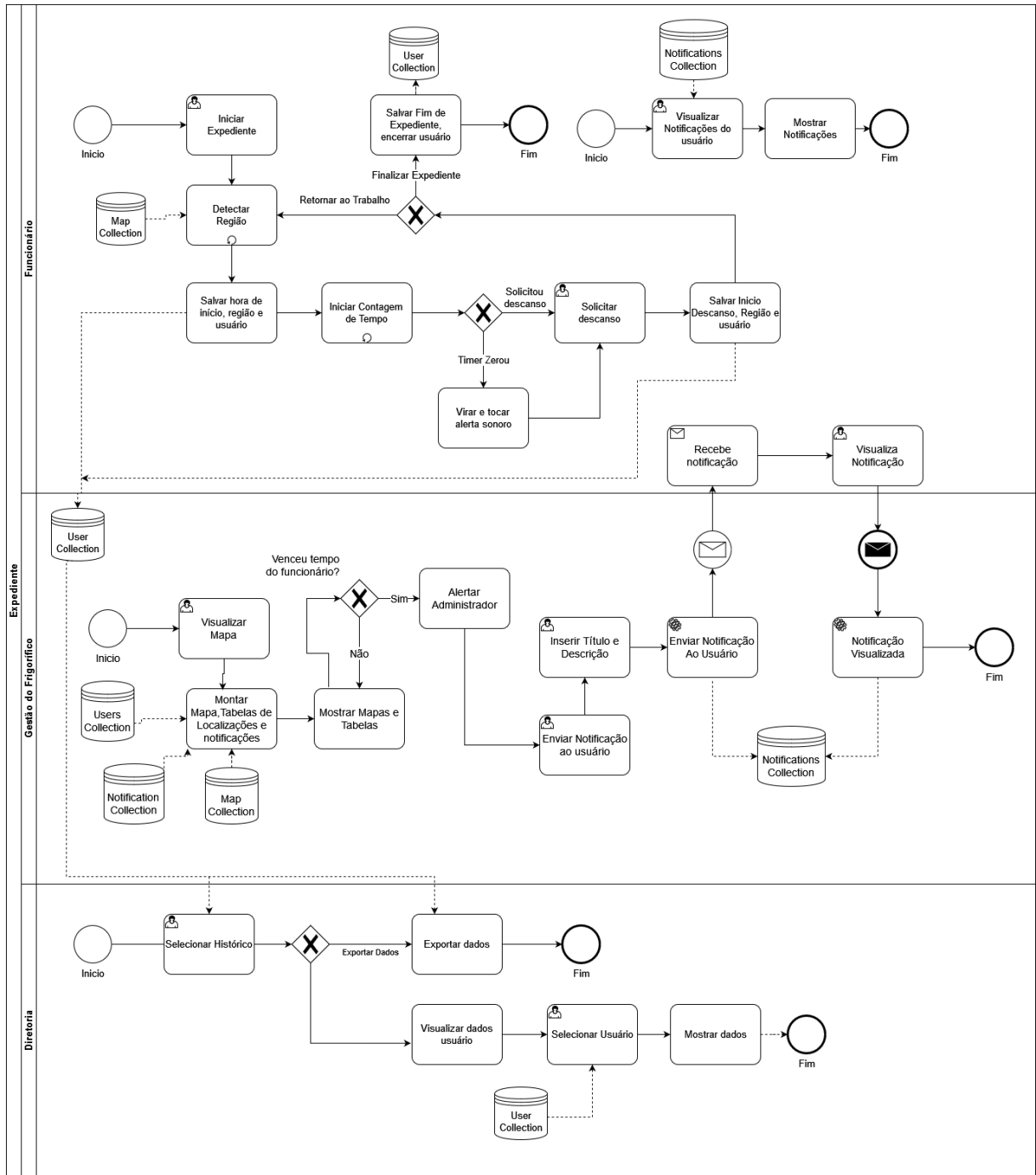


Figura 6: BPMN

3.4 Informação de Negócio

Com a modelo de processos definido pelo diagrama *BPMN*, foi construído a tabela 2 com a finalidade de descrição de cada elemento, com os respectivos atores e informações de saída gerado pelos blocos.

Pool	Elemento do BPMN	Classificação	Nome Informação
Funcionário	Iniciar Expediente	Entrada	Intensidade dos Beacons
Funcionário	Detectar Região	Saída	Região do funcionário
Funcionário	Início Contagem de tempo	Saída	Horário de início de expediente
Funcionário	Vibrar e tocar alerta sonoro	Entrada	Limite de tempo atingido
Funcionário	Iniciar Descanso	Entrada	Horário de início de descanso
Funcionário	Finalizar Expediente	Entrada	Horário de finalização do expediente
Funcionário	Visualizar Notificações Usuário	Entrada	Evento de solicitação de visualizar notificações
Funcionário	Mostrar Notificações	Saída	Lista de notificações recebidas pelo usuário
Gestão do Frigorífico	Visualizar Mapa	Entrada	Evento de solicitação de visualizar mapa
Gestão do Frigorífico	Montar Mapa, Tabelas de Localizações e notificações	Entrada	Dados de mapa, localizações e notificações
Gestão do Frigorífico	Mostrar Mapas e Tabelas	Saída	Localizações, mapas e notificações
Gestão do Frigorífico	Alertar Administrador	Saída	Alerta visual
Gestão do Frigorífico	Enviar Notificação ao Usuário	Entrada	Evento de solicitação de envio de notificação
Gestão do Frigorífico	Inserir Título e Descrição	Entrada	Título e descrição
Gestão do Frigorífico	Enviar Notificação ao Usuário (One Signal)	Saída	Notificação enviada
Funcionário	Recebe Notificação	Saída	Notificação recebida
Funcionário	Visualiza Notificação	Saída	Notificação visualizada pelo funcionário
Gestão do Frigorífico	Notificação visualizada	Entrada	Notificação visualizada pelo funcionário

Diretoria	Selecionar Histórico	Entrada	Evento de solicitação de visualizar histórico
Diretoria	Exportar dados	Saída	Dados de localizações de usuários
Diretoria	Visualizar dados do usuário	Entrada	Lista de usuários
Diretoria	Selecionar Usuário	Entrada	Usuário
Diretoria	Mostrar dados	Saída	Histórico de localização do usuário

Tabela 2: Tabela de visão da informação

Com isso, as informações produzidas são atribuídas aos agentes responsáveis pelo dado como mostra a tabela 3.

Operacional	Gerencial	Estratégico
Limite de tempo Atingido	Alerta visual de usuário ultrapassou tempo máximo	Histórico de localizações do usuário
Região do funcionário	Região do funcionário	Dados de localizações de usuários
Lista de notificações	Horário de início de expediente	Lista de usuários
Intensidade dos Beacons	Limite de tempo Atingido	
	Horário de fim de expediente	
	Notificação enviada	
	Notificação recebida	
	Notificação visualizada	

Tabela 3: Tabela de informação em níveis corporativos

3.5 Elementos Computacionais

Os elementos computacionais possuem a finalidade de detalhar as principais responsabilidades de execução e uma visão técnica de como é realizada os casos de usos nos

níveis de *software* e *hardware* do sistema *Beacon Tracker*.

3.5.1 Operações de expediente

As rotinas de início de expediente, retomada de expediente, início de descanso e finalização de expediente, são bastante semelhantes nas suas etapas de execuções, com apenas a alteração do parâmetro de tipo de rotina (*status*). Elas iniciam com a solicitação do funcionário da operação desejada pela interface do aplicativo, no qual ativa a função de escaneamento das intensidades dos *Beacons* presentes na região do dispositivo. Para esta finalidade, o aplicativo irá utilizar o protocolo *Bluetooth* de comunicação para detecção das intensidades de cada *Beacon* (*RSSIBeacon*) juntamente com o identificador *idBeacon*.

Como pré-requisito para esta rotina, o aplicativo já deverá estar com a tabela de mapeamento das intensidades dos *Beacons* com as regiões do frigorífico armazenada localmente. Desta forma, o aplicativo consegue executar a função que irá determinar qual região o funcionário está logo após a detecção das intensidades. A deverá ser pré mapeada e armazenada no banco de dados, de forma seja possível a atualização das regiões caso haja alguma alteração na planta do local de risco. Uma vez que o usuário inicia o seu expediente, o aplicativo irá coletar o instante de tempo em que foi realizada a medição e enviar as informações de identificação do funcionário (*idUsuario*), a região em que está (*idRegiao*), qual o tipo de operação (*status*) e o horário que foi realizada a medição (*measureTime*) para a nuvem. Estas informações serão armazenadas no banco de dados e a aplicação servidora irá retornar a mensagem de confirmação início a operação do funcionário que será mostrada no aplicativo.

3.5.2 Temporizador

Ao iniciar o expediente, são inicializados dois temporizadores. O primeiro temporizador, chamado de tempo restante de estadia (*stayTimer*), é responsável por mostrar qual o tempo restante que o funcionário poderá estar neste local. O valor inicial deste temporizador é definido com base no nível de perigo da região. Quanto mais perigoso for a região, menor o tempo de estadia permitido. O segundo temporizador, chamado de temporizador de atualização da região (*updateLocationTimer*), é responsável por determinar o intervalo de tempo no qual será executada a rotina de atualização da localização do funcionário. De dez em dez segundos, este contador irá zerar e executar a determinada rotina. Após a atualização da localização, o contador reinicia a contagem. Caso o funcionário altere de região, ou saia da região no qual começou o seu expediente, esta informação será de-

tectada pelo sistema dentro do intervalo do temporizador de atualização. Desta forma, será possível fazer o mapeamento digital da localização do funcionário durante todo o seu expediente no local, registrando cada região e intervalos de tempo que cada funcionário gastou ao longo do trabalho.

3.5.3 Detecção de tempo limite

Durante o expediente, quando o temporizador de tempo restante de estadia(*stayTimer*) estiver perto do valor zero, o funcionário será alertado por meio de um alerta visual na interface do aplicativo da situação crítica e este deverá se já se preparar para o início do descanso. Quando o tempo se esgotar, o aplicativo irá vibrar e efetuar avisos sonoros para alertar da situação crítica e de que o funcionário deverá efetuar o descanso. Nesta situação, o gestor será notificado sobre a situação crítica do funcionário na interface do gestor do frigorífico. Para isso, na chamada de atualização da localização do usuário, existe uma etapa verificação da situação do funcionário. Caso seja verificada a situação descrita, é executada a rotina de notificar o administrador. Caso o funcionário continue nesta situação, o gestor já estará preparado para tomar alguma intermediação, como o envio de notificação.

3.5.4 Enviar e mostrar notificações

O processo de envio de notificação se inicia com necessidade do gestor de se comunicar com o funcionário no local de risco. A partir da interface administradora, o gestor irá selecionar o funcionário que deseja enviar a mensagem e inserir o título e texto da mensagem. Com isso, a plataforma irá coletar o identificador do funcionário (*idUsuario*), o título e texto da mensagem e enviar a requisição a aplicação servidora. O servidor irá identificar o dispositivo vinculado a este usuário, por meio do identificador recebido (*idUsuario*) e enviar para o serviço de envio de notificações *One Signal* que irá fazer o disparo da notificação. Do ponto de vista do funcionário, ele irá receber um aviso no dispositivo celular no qual poderá visualizar a mensagem pela interface do aplicativo celular. Quando a notificação for aberta, será disparado um evento no qual irá notificar o *One Signal* da ação de visualização. Desta forma, o sistema irá registrar o evento de envio da notificação e o evento de abertura da notificação, detectando que o funcionário visualizou a mensagem e mostrar ao gestor.

3.5.5 *Dashboard*

Para a construção do *Dashboard*, foi mesclada as informações de usuários, regiões e registros de expedientes para a construção dos indicadores. A montagem inicia com a listagem das informações dos usuários que estão ativos dentro do intervalo de tempo do dia. A partir disso, serão filtrados os expedientes dos usuários ativos nos quais se encaixam neste intervalo de tempo. Cada expediente terá o identificador da região em que foi realizada a medição. Com estas informações, serão construídos os indicadores que serão mostrados ao gestor pela interface administradora. Os gráficos são desenvolvidos utilizando a ferramenta *MongoDb Charts* no qual possui integração com o banco de dados *MongoDb* utilizado no sistema *Beacon Tracker*. Para a integração da ferramenta com o sistema administrador, cada gráfico apresenta um *iframe* cuja finalidade é mostrar o conteúdo dos gráficos gerados na ferramenta do *MongoDb Charts*. Desta forma, é possível mostrar o conteúdo construído e alterado no site da ferramenta no sistema administrativo sem a necessidade de realizar alterações no código do sistema administrativo.

3.5.6 Mapa

A tela de mapa executa uma rotina de atualização das últimas medições dos funcionários ativos e o respectivo tempo restante de cada um a cada dez segundos. Inicialmente, o sistema administrador faz a requisição da listagem das informações do mapa. Com a chamada, o servidor realiza a listagem das informações das regiões, mescla com a lista de usuários ativos no local e os últimos registros de expediente de cada um. Juntamente com os registros de expediente, o servidor também executa a rotina de detecção de tempo limite descrita na seção 3.5.3. Por fim, o servidor retorna as informações ao sistema administrativo que irá mostrar ao gestor pela interface. Caso o gestor visualize algum funcionário que esteja em situação de risco, o gestor poderá efetuar o envio de notificação personalizada com a rotina descrito na seção 3.5.4.

3.5.7 Histórico

Para a visualização do histórico, primeiramente será listada os funcionários que já trabalharam no local de risco para a seleção do funcionário que deseja visualizar os expedientes. Com o funcionário selecionado, o servidor irá realizar a listagem de todos os expedientes que estão salvos no banco de dados, mesclando as informações de cada região e será retornado. Em seguida, estes dados serão retornados para a interface administradora

para a visualização do gestor ou do diretor.

Para o perfil diretoria, será possível a exportação dos dados em arquivo dividido por ponto e virgula (CSV). Desta forma, na tela de histórico terá uma opção a mais com a possibilidade de baixar os dados de todos expedientes dos funcionários para futuras análises estratégicas e integrações que não estão no escopo deste sistema.

3.5.8 Tabela de processamentos

A tabela 4 identifica os elementos de processamentos de cada elemento computacional descrito na seção 3.5, cuja finalidade é destrinchar as funções, parâmetros, valores dos dados de entrada, saídas requisições e renderizações do sistema.

Elemento de processamento	Função	Info. Saída	Info. Entrada
Operações de expediente	Escanear intensidades dos Beacons	Intensidade dos Beacons (RSSI Beacons)	Evento de iniciar expediente
Operações de expediente	Listar mapeamento das regiões com a intensidade dos Beacons	Mapeamento das intensidades de beacons com as regiões do frigorífico	Solicitação do aplicativo
Operações de expediente	Detectar região com base na intensidade dos beacons	Região do frigorífico	Intensidade dos Beacons
Operações de expediente	Coletar o instante de tempo	Date time do instante	Evento de coletar tempo
Operações de expediente	Registrar e validar solicitação do usuário	Resposta de sucesso ou erro do servidor	Identificação do usuário, tempo de início, região e tipo de solicitação
Temporizador	Iniciar loop de atualização periódico da localização	Loop inicializado	Resposta de confirmação de sucesso de início de expediente

Temporizador	Iniciar temporizador	Contagem do temporizador iniciado	Resposta de sucesso do servidor
Temporizador	Renderizar o temporizador no aplicativo	Interface do temporizador	Valor do temporizador
Detectar tempo limite excedido	Verificar temporizador de expediente com tempo máximo permitido na região	Tempo excedido ou não	Temporizador do usuário e tempo máximo permitido na região
Detectar tempo limite excedido	Efetuar Alerta Sonoro e visual no celular	Som e alerta visual	Tempo Excedido
Mostrar notificações do usuário	Consultar notificações do usuário	Lista de notificações do usuário	Informação do usuário
Mostrar painel de visualização	Agregar dados de usuários e regiões	Lista de regiões com os funcionários do ultimo instante	Lista de informações do mapa e nível de risco
Mostrar painel de visualização	Efetuar construções dos indicadores e gráficos	Dados dos indicadores do painel	Lista de informações das regiões do ultimo instante, medições das localizações dos funcionários
Mostrar painel de visualização	Renderizar na interface do gestor	Interface dos indicadores	Indicadores do painel
Mostrar mapa gestor	Listar regiões do frigorífico	Lista de regiões	Identificador do frigorífico
Mostrar mapa gestor	Listar funcionários ativos do dia	Lista de usuários	Lista de regiões do frigorífico
Mostrar mapa gestor	Popular mapa com informações de cada região	Identificador dos funcionários ativos por região no dia	Lista de regiões
Mostrar mapa gestor	Detectar Perigo	Usuários com estado crítico	Lista de usuários e suas respectivas regiões

Enviar notificação	Pegar identificador do dispositivo do usuário	Identificador do dispositivo do funcionário (idDispositivo)	Identificador do funcionário (idUserario)
Enviar notificação	Envio de notificação pela integração com One Signal	Notificação enviada com sucesso ou fracasso	Identificador do dispositivo do funcionário (idDispositivo), titulo e texto da mensagem
Visualizar histórico por usuário	Listar todos usuários	Lista com nomes e identificador de todos usuários do frigorífico	Solicitação do gestor
Visualizar histórico por usuário	Listar registros de expedientes do funcionário	Registros de expedientes do funcionário	Identificador do usuário
Exportar histórico diretoria	Pegar lista de usuários	Lista de usuários	Solicitação da diretoria
Exportar histórico diretoria	Pegar registros expedientes dos usuários	Lista de registros de expedientes de cada usuário	Lista de usuários
Exportar histórico diretoria	Mesclar dados de usuários com as localizações, converter para CSV e emitir download	Arquivo CSV	Lista de registros de expedientes de cada usuário

Tabela 4: Tabela de processamento

3.6 Infraestrutura

Com o modelo de negócio e a visão de processamento delimitados, foi definida a infraestrutura necessária para a integração, operação, segurança e escalabilidade do sistema *Beacon Tracker*.

3.6.1 Arquitetura de desenvolvimento

O sistema Beacon Tracker é um sistema no qual a transmissão de dados na rede é bastante carregada e apresenta grandes quantidades de dados que precisam ser armazenados na nuvem. O principal serviço crítico do sistema está na aplicação servidora, onde passará os dados de monitoramento de cada funcionário ativo no frigorífico cujos valores são atualizados em pequenos intervalos de tempos. Com isso, a aplicação foi construída de forma que ela tenha uma escalabilidade flexível, com crescimento horizontal e vertical conforme a demanda na rede. A aplicação utiliza a infraestrutura de instancias EC2 da *Amazon Web Services*, no qual possui ferramentas de monitoramento e escalabilidade automática das instancias (*Auto Scaling Groups*). Desta forma, na medida que as ferramentas de monitoramento detectarem um elevado número de requisições, automaticamente será aumentado a capacidade de processamento da maquina virtual para aliviar o trafego de dados ou até realizar a alocação de novas maquinas virtuais para aliviar as instancias sobrecarregadas. O banco de dados também foi estruturado utilizando a mesma infraestrutura da *Amazon Web Services*, no entanto, a escalabilidade é gerenciada pela ferramenta *MongoDB Atlas*, responsável por realizar as separações das informações armazenadas e indexações do banco de dados de forma otimizada para o banco de dados *NoSql*.

A arquitetura do sistema foi organizada de forma que seja simples a sua escalabilidade horizontal e flexível para altas cargas de trabalho. Para isso, os sistemas que estão hospedados na nuvem serão projetados em formato de micro-serviços separados em um serviço responsável por trabalhos de alta demanda e outro serviço responsável pela usabilidade dos atores do sistema. A vantagem desta estruturação é a possibilidade de escalar de cada serviço com base na demanda que for exigido, evitando situações de congestionamento na rede.

Os dois micro-serviços são: Serviço de atualização das localizações e o serviço de funções gerenciais como gestão de usuários, notificações e administrativos. Desta forma, os processos responsáveis pelo gerenciamento do frigorífico, dados de usuário e notificações não irão competir com a alta demanda que a atualização da localizações irá exigir. Devido a limitação dos recursos na nuvem pelo plano gratuito utilizado nesta implementação, o desenvolvimento do projeto foi feito em um serviço único, mesclando os dois micro-serviços em um único. No entanto, o código foi construído de forma modularizada de fácil separação para futuramente a separação nos dois micro-serviços.

No projeto desta monografia não foi implementada o uso do balanceador de carga (*Load Balancer*), pois a implementação implicaria em aumento de custos significativos na

rede que não estão previstos no plano gratuito para estudante. O uso do *Load Balancer* é necessário para a distribuição de cargas entre as diversas instâncias do micro-serviço de localizações, permitindo que a rede faça o redirecionamento das requisições para as maquinas virtuais com base na carga de trabalho de cada instancia.

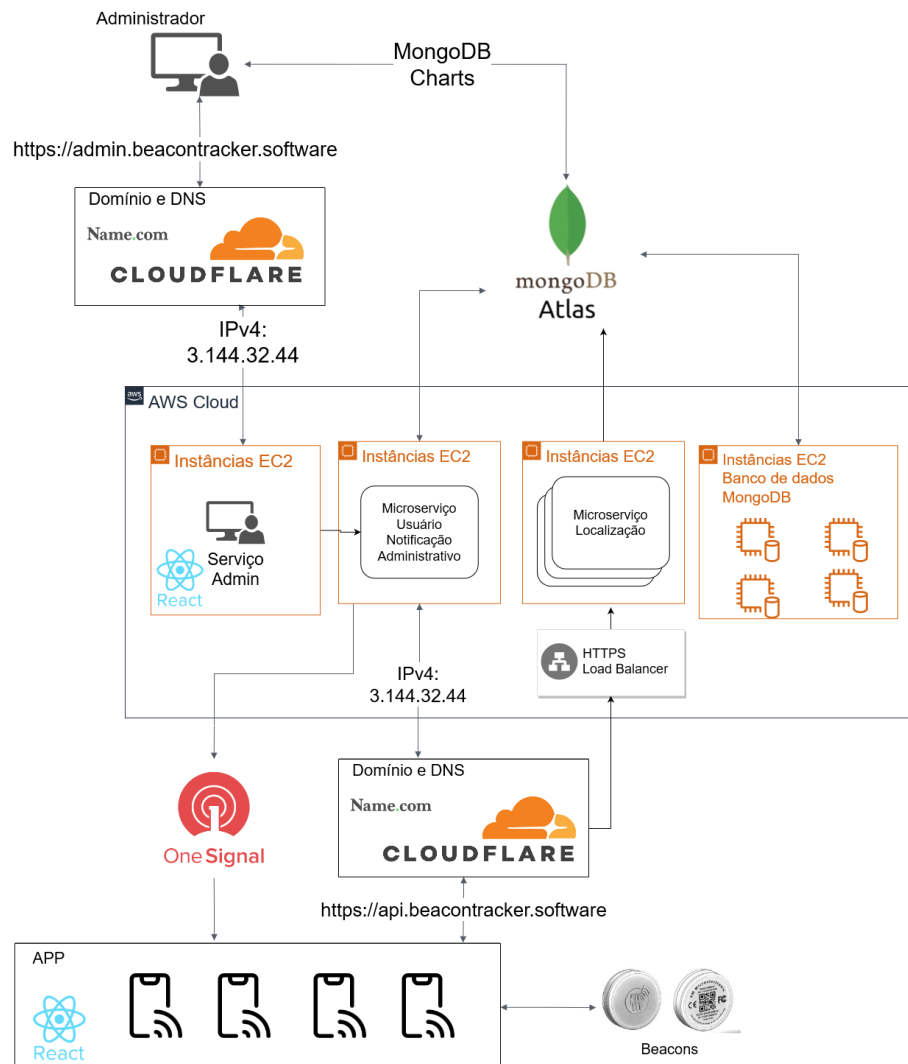


Figura 7: Arquitetura das tecnologias

3.6.2 Arquitetura Computacional em Três Camadas

A arquitetura em três camadas é o modelo de desenvolvimento em que organiza o código entre as camadas de visualização onde é definido as implementações de interface do usuário e comunicação, a camada de negócio onde estão as implementações dos casos de uso do sistema e a camada de dados.

No sistema Beacon Tracker, a camada de visualização é feita por meio do sistema administrativo, pelo aplicativo celular e pela interface do MongoDB Charts. A forma de

comunicação da camada de visualização para os serviços da camada de negócios é por via de chamadas *HTTP request* no domínio hospedado para o sistema *beacontracker.software*, com as operações de (*GET, POST, PUT, DELETE*).

As requisições solicitadas pela camada de visualização passam para a camada de negócio no qual apresenta uma camada de segurança com serviços da *Cloudflare* responsável pelo monitoramento e mitigação de ataques antes de chegarem nos serviços do servidor. Caso seja detectada alguma inconsistência na requisição, como acesso ao serviço vindo de um determinado endereço IP não autorizado, o serviço de segurança bloqueia todo tipo de requisição evitando que os serviços do sistema sofra algum tipo de invasão. Uma vez validada a requisição, a chamada passa para os micro-serviços do sistema.

Por fim, a camada de dados utiliza a estrutura de banco de dados não relacional gerenciada pela ferramenta *MongoDb Atlas*, responsável por integrar e processar as solicitações de armazenamento e manipulação das informações de cada micro-serviço, além de organizar os indicadores utilizados pelo serviço de *Dashboards*, o *MongoDb Charts*.

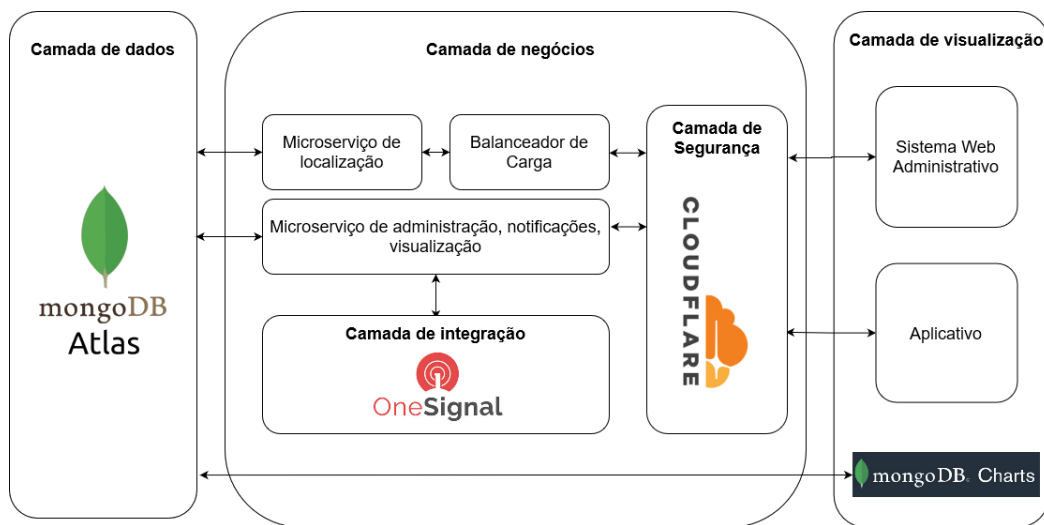


Figura 8: Arquitetura em três camadas

3.6.3 Banco de dados não relacional

Diferente dos bancos de dados relacionais, o banco de dados NoSql é um banco de dados não estruturados em tabelas. Elas são construídas de forma em que a arquitetura permite uma fácil escalabilidade horizontal do sistema, onde os dados não precisam estar centralizados em um determinado servidor e permite a distribuição dos dados em diversas instancias independentes. Desta forma, em situações onde os dados do sistema crescem de forma muito rápida, quando ocorre a necessidade de aumentar a capacidade de armaze-

namento do banco de dados, a arquitetura do banco de dados não relacional permite que novas instancias do banco sejam criadas sem a necessidade de refatoração e remodelagens dos dados. Como o sistema *Beacon Tracker* faz uso de diversos aplicativos celulares que se comunicam com a aplicação servidora para a alteração dos dados do banco de dados, a abordagem mais estratégica foi a adoção do banco de dados não relacional.

O banco de dados utilizado para o sistema *Beacon Tracker* é o banco não SQL orientado a documentos *MongoDb*. Durante o expediente, como cada dispositivo dos funcionários irão realizar uma rotina de atualização da localização do funcionário a cada intervalo curto de tempo, há a necessidade da infraestrutura aguentar um número grande de requisições de escritas em um curto intervalo de tempo, tarefa no qual o banco de dados *MongoDb* possui uma arquitetura eficiente para este tipo de aplicação e diversas ferramentas incluídas para análise de dados sem interferir na alta demanda do banco. Na seção 3.5.5 foi detalhada melhor a descrição da ferramenta. A sua modelagem foi construída em três coleções: Notification, Region e User.

3.6.3.1 Coleção User

A coleção User é responsável por armazenar as informações dos usuários do sistema. Cada registro da coleção possui as seguintes informações:

- id: Identificador único do usuário
- login
- password
- active
- role: Cargo do usuário: funcionário, gestor ou diretor
- userIdOneSignal: Identificador do dispositivo em que o usuário efetuou o cadastro
- workSessions: Lista de objetos contendo os expedientes do usuário

3.6.3.2 Coleção Notification

Esta coleção é responsável por armazenar o registro das notificações enviadas pelo sistema. Cada notificação está vinculada a um determinado usuário, desta forma, é possível fazer a filtragem das notificações por usuário. Cada notificação possui os dados:

- id: Identificador único da notificação
- userIdOneSignal: Identificador do dispositivo em que o usuário efetuou o cadastro
- nome: Nome do usuário que foi enviado a notificação
- horaEnvio: Horário de envio da notificação
- titulo: Título da mensagem enviada
- descrição: Descrição da mensagem enviada

3.6.3.3 Coleção *Region*

Por fim, a coleção *Region* é responsável por armazenar as informações de cada região do local de risco. Dependendo da temperatura da região, o tempo máximo de estadia na região pode ser maior ou menor. O tempo mínimo de descanso também é armazenada na coleção, uma vez que dependendo do nível de perigo da região, o funcionário deve descansar mais ou menos tempo. Também é armazenada o mapeamento das intensidades de *Beacons* que identificam a região, dado que é passado para o aplicativo realizar a detecção da região em que o funcionário está. Os campos da coleção são:

- id: identificador da região
- name: nome da região
- description: descrição da região
- maxStayTimeMinutes: Tempo máximo de estadia em minutos
- avgTemperature: Temperatura média do local
- mapLocation: Lista de intensidades de *Bluetooth* de cada *Beacon* que representam a região
- minRestMinutes: Tempo mínimo de descanso em minutos

3.6.4 Segurança

O sistema *Beacon Tracker* é um sistema crítico de alta disponibilidade e em situações de ataques de negação distribuída de serviço (DDOS) pode levar a situações de indisponibilidade do sistema e colocar a vida dos funcionários em risco. Para evitar este tipo

de ataque, o sistema contará com o serviço de segurança da *Cloudflare*, descrito na seção 3.5.8. As requisições realizadas ao domínio das aplicações na nuvem irão passar primeiramente pelos serviços da *CloudFlare* em que será analisado se a requisição é segura. Caso positivo, a requisição será redirecionado ao endereço IP das respectivas instancias, nos quais irão tratar a solicitação. Esta arquitetura foi responsável por mitigar e impedir grandes ataques de DDOS da internet. [11]

3.7 Tecnologias

3.7.1 *React*

React é um *framework* para a linguagem *Javascript* construído e mantido pelo *Facebook* desde o seu lançamento em 2013 para o publico geral. A sua principal vantagem é a possibilidade de utilizar uma única linguagem e *framework* que funcione tanto para construção de web sites (*ReactJS*) quanto para aplicativos celulares (*React Native*) com pequenas adaptações.

Como o sistema *Beacon Tracker* faz o uso de um aplicativo e um site administrativo, o *React* será a tecnologia ideal para esta implementação. O aplicativo celular será construído utilizando a tecnologia *React Native*, em conjunto com bibliotecas de responsáveis pela gestão e captação de sinais *Bluetooth* pelo celular. O site administrativo irá utilizar o *ReactJS*, tecnologia que permite a renderização parcial das telas do site como as informações de localizações dos funcionários.

3.7.2 *Beacon EMBC02*

No local de risco, foram utilizados dispositivos *Bluetooth Low Energy Beacon* responsáveis por emitir sinais *Bluetooths* com identificadores. Estes dispositivos funcionam a base de bateria exigindo a troca das baterias a cada dois anos aproximadamente. Uma vez instalado, os sinais emitidos serão detectados pelos dispositivos celulares dos funcionários no local.

O *Beacon* utilizado será o modelo *EMBC02* da empresa *EM MICROELETRONICS*, no qual apresenta um custo baixo e que utiliza baterias do tipo moedas facilmente trocáveis.

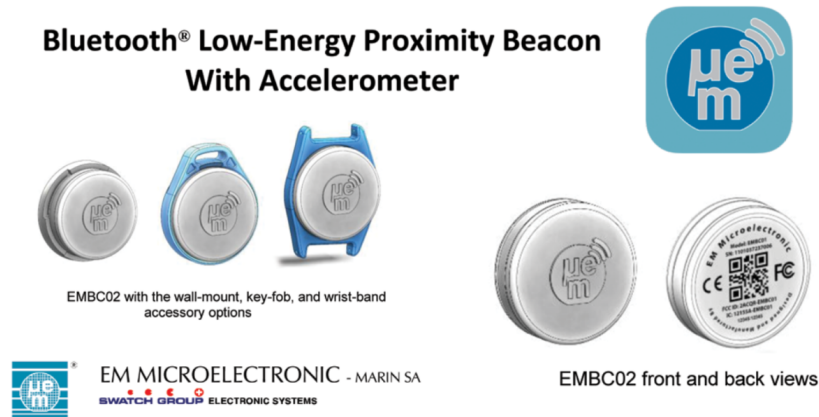


Figura 9: Beacon *EMBC02*

Esta tecnologia apresenta quatro modos de funcionamento: *Sleep Mode*, *Fall Mode*, *Moving Mode* e *Sensor Mode*. Cada modo tem uma finalidade específica de caso de uso, nos quais pode ou não economizar mais energia. Para o sistema *Beacon Tracker* é utilizado apenas o *Sensor Mode* no qual o aparelho permanece emitindo sinais *Bluetooth* constantemente até a bateria acabar.

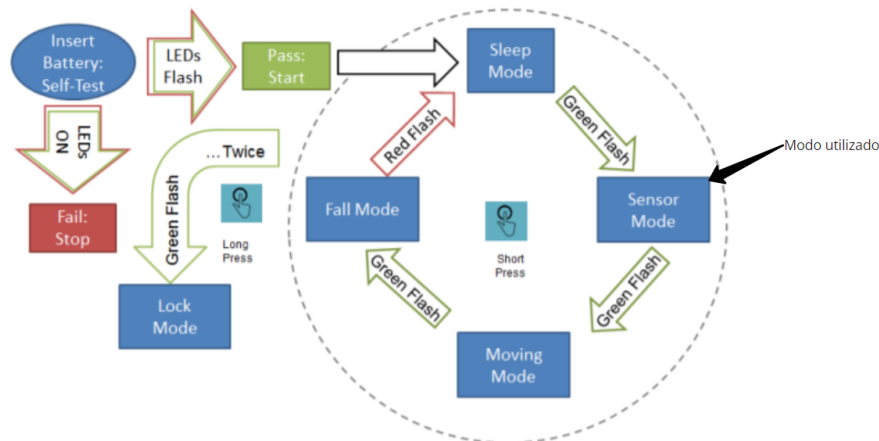


Figura 10: Modos de funcionamento do Beacon

Uma vez configurado, cada local de risco possui no mínimo três emissores para a realização da triangulação por meio das intensidades do sinal. Desta forma, é possível realizar a localização do dispositivo celular.

3.7.3 AWS EC2

A *Amazon Web Service (AWS)* é um dos maiores provedores de serviço de computação em nuvem. Dentre os serviços disponibilizados pela *AWS*, a tecnologia utilizada é a *Elastic Compute Cloud (EC2)* que permite a alocação de máquinas virtuais hospedagem de serviços na internet.

Para o desenvolvimento do sistema *Beacon Tracker* foi realizada a alocação de um recurso *EC2* na *AWS* do tipo *Windows Server* para a hospedagem da interface de programação de aplicações (*API*), e do sistema administrativo. Ambos sistemas serão hospedados no servidor *web* do *Windows Server*, o *Internet Information Services (IIS)*.

Para garantir a segurança da máquina virtual, foram estabelecidos as regras de proteção de *firewall* para acesso apenas às portas que irão servir as duas aplicações. Para acesso de manutenção as regras foram definidas por restrição de IP, desta forma apenas o IP administrador do servidor poderá ter o acesso remoto.

3.7.4 ASP NET Core

A interface de programação de aplicações (*API*) é a principal frente responsável por servir tanto os aplicativos nos celulares dos funcionários quanto o serviço do administrativo, disponibilizando chamadas *REST API* de leitura, inserção, atualização e remoção de dados no banco de dados.

Para esta tarefa, a tecnologia utilizada foi o *ASP NET Core*, um *framework* de desenvolvimento web mantido pela Microsoft com a utilização a linguagem C sharp (C#). A sua grande vantagem é ser um *framework* leve, consolidado e com bibliotecas confiáveis para a criação de sistemas web. Além disso, o *ASP NET Core* permite a hospedagem do serviço tanto em servidores *Linux* quanto em servidores *Windows*, flexibilizando o tipo de sistema operacional no qual será hospedado.

Como a tecnologia *ASP NET* é mantida e desenvolvida pela Microsoft, ela apresenta uma fácil integração com o *IIS* do *Windows Server*, fator que foi decisivo para a decisão do sistema operacional do servidor.

3.7.5 MongoDB

O MongoDB é um banco de dados não SQL, orientado a documentos, onde os dados são armazenados no formato *JSON (Javascript Object Notation)* no qual cada documento

é agrupado dentro de coleções (*collections*) que denominam o objeto. Na modelagem de um banco orientado a documentos, todas as informações sobre uma determinada entidade é inserida dentro do mesmo registro, de forma que há o mínimo de agrupamentos(*joins*) entre tabelas como é normalmente utilizado em bancos relacionais. Desta forma, todas as informações do objeto estão no mesmo registro, não há necessidade que todos os dados estejam centralizados em um mesmo local, permitindo maior escalabilidade horizontal do banco de dados.

3.7.5.1 *MongoDb Atlas*

Para o instanciamento e gerenciamento da infraestrutura do banco de dados orientado a documentos, o *MongoDb* fornece o serviço *MongoDb Atlas* no qual auto gerencia a necessidade de escalabilidade do banco conforme a demanda de requisições.

Além disso, a plataforma fornece um plano gratuito para ambientes de desenvolvimento, de forma que seja possível o desenvolvimento deste trabalho de formatura utilizando as principais ferramentas da plataforma, como *MongoDB Charts*, sem a necessidade de pagar pelo uso.

3.7.5.2 *MongoDB Charts*

O *MongoDB Charts* é uma ferramenta do *MongoDB Atlas* no qual permite a criação de gráficos e análises com os dados armazenados no banco de dados instanciado. Os gráficos podem ser exportados e embutidos em sistemas *web* como será utilizado no sistema *Beacon Tracker*.

3.7.6 *One Signal*

One Signal é uma empresa no qual fornece serviços de entrega de mensagens como email, SMS, *web push* e notificações em aplicativos celulares. Para finalidade deste trabalho de formatura, será utilizado a ferramenta para envio de notificações em aplicativos celulares por meio da interface de programação de aplicativos (*API*) fornecida pelo *One Signal*. Por meio desta integração, o sistema administrativo poderá enviar notificações customizadas para o um usuário específico, notificando de alguma situação.

O principal motivo para a escolha de envio de notificações em vez das outras opções de mensagem é a vantagem das notificações serem um serviço gratuito fornecido pelo *One Signal*. As outras formas de envio de mensagens são serviços pagos.

3.7.7 *Name.com*

Name.com é uma empresa que oferece serviços de hospedagem de domínios de websites na internet. O motivo da escolha deste serviço é de que a empresa oferece um domínio gratuito durante um ano para o plano estudante no qual os alunos Universidade de São Paulo se encaixam neste plano.

Desta forma, o domínio *beacontracker.software* foi registrado para o sistema *Beacon Tracker* durante o desenvolvimento deste trabalho de formatura, com vencimento no dia 28 de fevereiro de 2021.

3.7.8 CloudFlare

O *CloudFlare* é uma empresa que fornece diversos serviços de distribuição, DNS (*Domain Name System*) e segurança na internet.

Para a finalidade deste trabalho de formatura, foram utilizados os serviços do plano gratuito da *Cloudflare*, que incluem serviços de SSL/TLS, mitigação de ataques DDoS e serviços de DNS.

A principal motivação para a adoção deste serviço é a possibilidade da criptografia entre as partes do sistema, uma vez que o sistema *Beacon Tracker* faz troca de informações de localização, informações pessoais e de senhas entre os subsistemas. O uso do *CloudFlare* garante uma comunicação segura entre as partes com o protocolo HTTPS e também oferece diversas ferramentas de mitigação e ação contra de ataques ao servidor, uma vez que o sistema *Beacon Tracker* é um sistema de monitoramento crítico e qualquer indisponibilidade pode acarretar a inconsistências que podem colocar a vida dos funcionários em risco.

3.8 Planejamento de desenvolvimento

A estratégia adotada para otimizar a entrega e validação do sistema como um todo foi a adoção das metodologias ágeis. Para isso, o desenvolvimento foi dividido em *Sprints* onde cada ciclo possui uma ou mais funcionalidades vinculadas. Ao final de da etapa de implementação é efetuada testes e validação dos funcionamentos. Caso seja validada, a funcionalidade é liberada para o ambiente em produção.

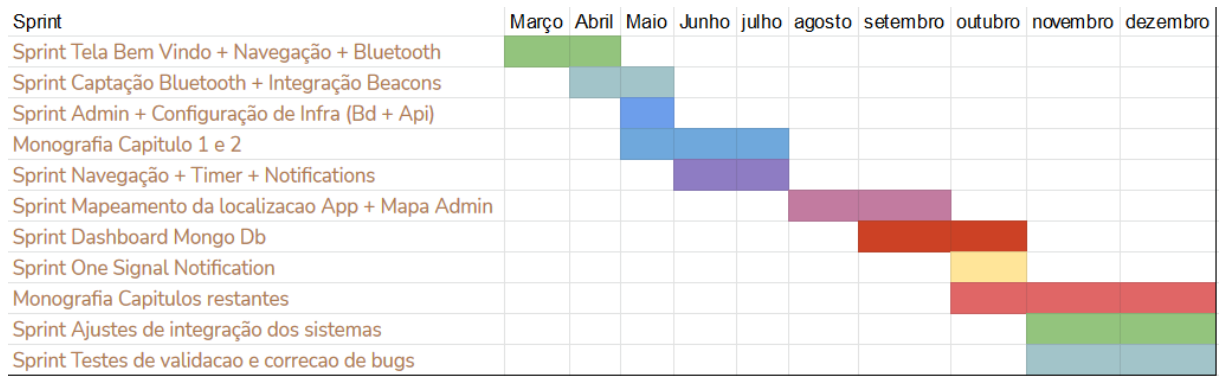


Figura 11: Cronograma de desenvolvimento

4 IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Como o sistema *Beacon Tracker* constitui de três subsistemas (Aplicativo, Administrador Web e Aplicação Servidora) e integração com dois serviços terceiros (*MongoDB Charts* e *One Signal*) que funcionam em conjunto, a implementação do sistema foi orientado a funcionalidades, analisando o fluxo do usuário, o fluxo das informações e quais sistemas se comunicar para a realização da operação. Desta forma, [e] possível visualizar o sistema como um todo e compreender as responsabilidades que cada subsistema possui para cada funcionalidade.

O aplicativo celular foi desenvolvido com a tecnologia *React Native*, no qual permite que o mesmo código seja compilado tanto para dispositivos *Android* e *iOS*. No entanto, para este projeto a implementação foi focada para as plataformas *Android*. As adaptações para o funcionamento em plataformas da *Apple* poderão ser tópico de futuros trabalhos deste sistema.

A aplicação servidora está hospedada em uma instancia *Windows Server* no qual apresenta uma interface de documentação com todas as funções que a aplicação servidora irá servir. Esta documentação é gerada pela linguagem de descrição de aplicações *API Restfull*, o *Swagger UI*.

4.1 Banco de dados

O banco de dados implementado será construída com base no esquema de banco de dados orientado a documentos. Com isso, as coleções são estruturadas de forma que a maior parte dos dados possa ser extraída de uma determinada entidade vinculada.

A coleção usuários (*User*) irá apresentar os dados relacionados ao usuários e a lista de objetos de expedientes deste usuário (*WorkSessions*), lista de informações de expediente (*WorkSessions*). Esta arquitetura permite com que o banco de dados não tenha a necessidade de vincular diversas tabelas como é feito no banco de dados relacional (*joins*),

possibilitando a separação dos dados do banco de dados nos casos de escalabilidade horizontal.

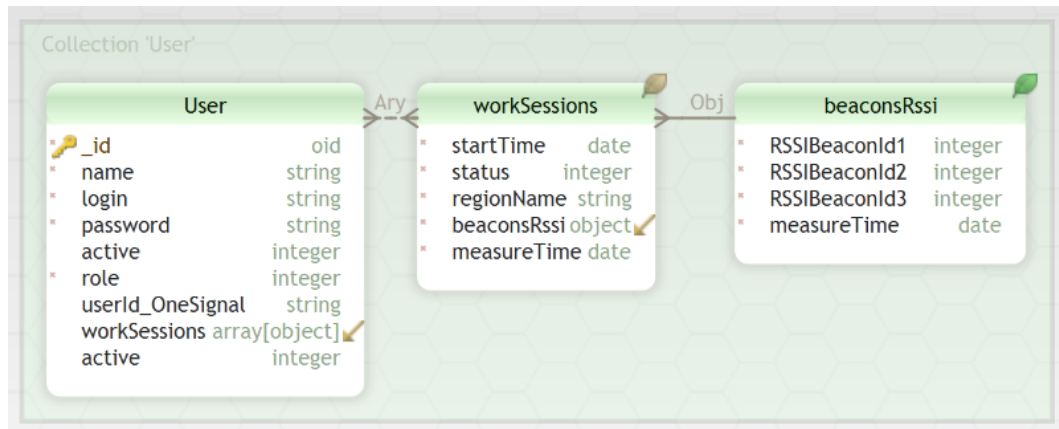


Figura 12: Coleção User

A coleção de regiões (*Region*) irá ter uma lista de objetos correspondentes ao seu mapeamento das intensidades dos Beacons (*MapLocation*), possibilitando a identificação do local.

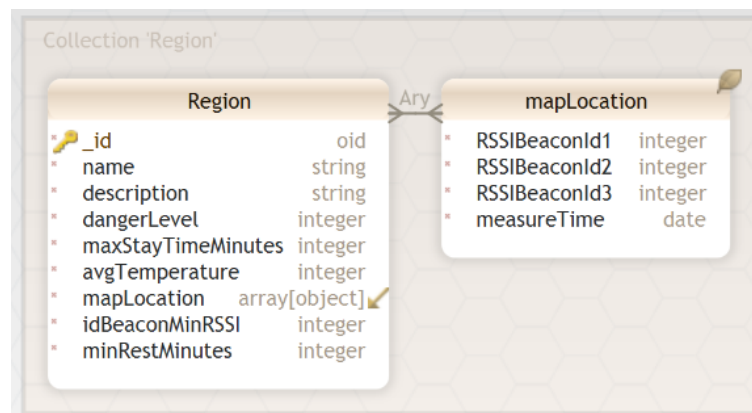


Figura 13: Coleção Region

A coleção de notificações (*Notification*) irá armazenar o registro das notificações e identificar os respectivos dispositivos dos usuários (*userIdOneSignal*). Por fim, a coleção de beacons irá armazenar os identificadores e nomes de cada beacon cadastrado no local

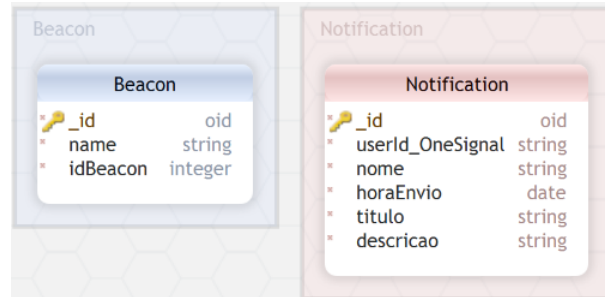


Figura 14: Coleção Notification e Beacon

4.2 Autenticação e autorização

Para permitir o acesso apenas de usuários autorizados, foi implementado a autenticação com *JSON Web Tokens (JWT)*. Nesta estratégia, os usuários do sistema efetuam a autenticação utilizando o e-mail e a senha cadastrado e o sistema irá verificar no banco de dados. Uma vez autorizado, o sistema retorna uma chave de acesso (*Token*) que será válido por um determinado tempo e garantir o acesso do usuário ao sistema desejado. Esta chave de acesso será salvo no sistema utilizando e a cada requisição, o *Token* será reenviado a aplicação servidora para verificar a autenticidade. Desta forma, será possível criar um canal seguro e autenticado de comunicação entre a aplicação cliente e a servidora sem a necessidade de consultar o banco de dados a cada processamento. O *Token* também armazena informações do cargo do indivíduo em que está vinculado, garantindo acesso com permissão de cada sistema conforme o perfil do usuário cadastrado. A chamada HTTPS para efetuar login é pela rota `https://api.beacontracker.software/api/efetuar-login` com os parâmetros *login* e *password* no corpo da chamada.

The image shows a REST client interface with the following details:

- Method:** POST
- URL:** {{Uri}}/api/efetuar-login
- Body (Request):**

```

1 {
2   "login": "matheus",
3   "password": "matheus123"
4 }

```
- Response:**

```

1 {
2   "token": "eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1bm1xdWVfYmFtZSI6IhdGhldXMiLCJodHRwOi8vc2NoZW1hcy54bWxzbnIjOiIiwibmJmIjoxNjM1OTQ5MzI1LCJleHAiOiJlZ2MzU5NzgxMjksIm1hdCI6MTYzNTk0OTMyOX00.hzbze5rZ0FcN1vy3SHxBqyOMjbdWYXR8kku7zSyt6Co",
3   "user": {
4     "id": "618130ac38ef7be468ac7579",
5     "name": "Matheus",
6     "login": "matheus",
7     "active": 1,
8     "userId_OneSignal": "9725f16a-f227-43c3-a7e9-bfff5c6eadbe",
9     "workSessions": [

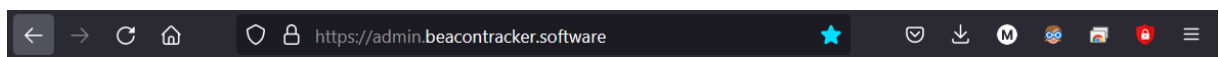
```
- Status:** 200 OK, 10.01 s, 2.12 KB
- Actions:** Save Response, Pretty, Raw, Preview, Visualize, JSON, Copy, Search.

Figura 15: Serviço de autenticação com JWT

Esta chamada é utilizada tanto pelo aplicativo quanto pelo sistema administrativo.



Figura 16: Fluxo de autenticação do Aplicativo



A tela de autenticação do administrador do Beacon Tracker Admin apresenta o seguinte layout:

- Título: "Beacon Tracker Admin" com um ícone de localização.
- Campos de entrada: "Login" e "Senha".
- Botão de ação: "ENTRAR".

Figura 17: Tela de autenticação administrador

4.3 Operações de expediente

As operações do expediente podem ser dividida em duas grandes responsabilidades. A detecção da localização do funcionário onde, por meio do aplicativo, será possível coletar as intensidades dos beacons da região e efetuar o mapeamento de qual localização o funcionário está e qual o tipo de expediente que o funcionário está realizando.

4.3.1 Detecção de Local

Para a realização da detecção da localização do usuário, primeiramente o aplicativo realiza uma solicitação para a listagem das informações de cada região por meio da requisição de método GET na rota */api/listar-regions-map*. Em seguida, será realizada requisição de mesmo método na rota */api/listar-beacons* para obter as informações de cada beacon cadastrado no sistema. Para a implementação deste projeto, foram utilizados três beacons identificados por: EMBeacon13922, EMBeacon12709 e EMBeacon12677.

No ambiente físico utilizado para implementação deste projeto, foi colocado um Beacon dentro de cada região, de forma que o aplicativo ao coletar as três intensidades dos Beacons, ele irá efetuar uma comparação de qual beacon possui a intensidade mais forte. O Beacon que estiver com a maior intensidade será a que está mais próxima do funcionário. Desta forma, será possível detectar qual região o funcionário está dentro dos limites estabelecidos na lista de mapeamento da região. A captação da intensidade do Beacon é feito por uma rotina de medição de sinais BLE no aplicativo onde são examinados os identificadores dos sinais e filtrado aqueles que possuem os identificadores do Beacons registrados no sistema. Esta rotina irá se repetir a cada dez segundos de forma que o sistema sempre tenha a posição atualizada do usuário durante os expedientes. Após a detecção da região do usuário, a informação é enviada ao servidor para ser armazenada no banco de dados. A requisição utilizada para o armazenamento da localização do usuário é por meio da rota */api/create-work-session* onde são passados os parâmetros:

- `userId`: Identificador único do usuário
- `workSession`: Objeto de expediente contendo as informações:
 - `startTime`: Tempo de início da operação
 - `status`: Tipo de operação, no caso será operação de finalizado
 - `regionId`: Identificador da região

- beaconRssi: Objeto com as intensidade dos beacons da medição
- measureTime: Horário que foi realizado a medição

Com isso, o aplicativo irá mostrar a região em que o funcionário está localizado na tela.

4.3.2 Ciclo do expediente

Com a autenticação realizada e a rotina de detecção do local em execução, o aplicativo irá apresentar a opção de início de expediente ao funcionário. Ao clicar na opção, o aplicativo efetua a requisição de solicitação de início do expediente para o determinado funcionário. Para isso, o aplicativo faz a alteração no parâmetro de tipo de operação *status* para operação de trabalhando e atualiza o parâmetro *startTime* registrando o início de expediente. Com isso, a rotina de atualização de local irá enviar as informações com a informação de início de expediente. Em seguida, o aplicativo irá inicializar o temporizador com base no tempo máximo recebido permitido na região e irá atualizar o valor da contagem regressiva e mostrar ao funcionário. Quando este tempo estiver chegando próximo de zero, o aplicativo irá mostrar um alerta visual da situação e quando o valor zerar, o dispositivo irá vibrar e tocar um alerta, avisando o funcionário para efetuar o descanso obrigatório.

Caso o funcionário decida realizar o descanso, o aplicativo irá atualizar o parâmetro *status* para a operação de descanso e *starttime* com a informação de início de descanso. Com isso, o aplicativo irá mostrar o tempo de descanso mínimo recomendado, contabilizar o tempo de descanso e verificar se o funcionário saiu da região de risco na medida que a sua localização é atualizada.

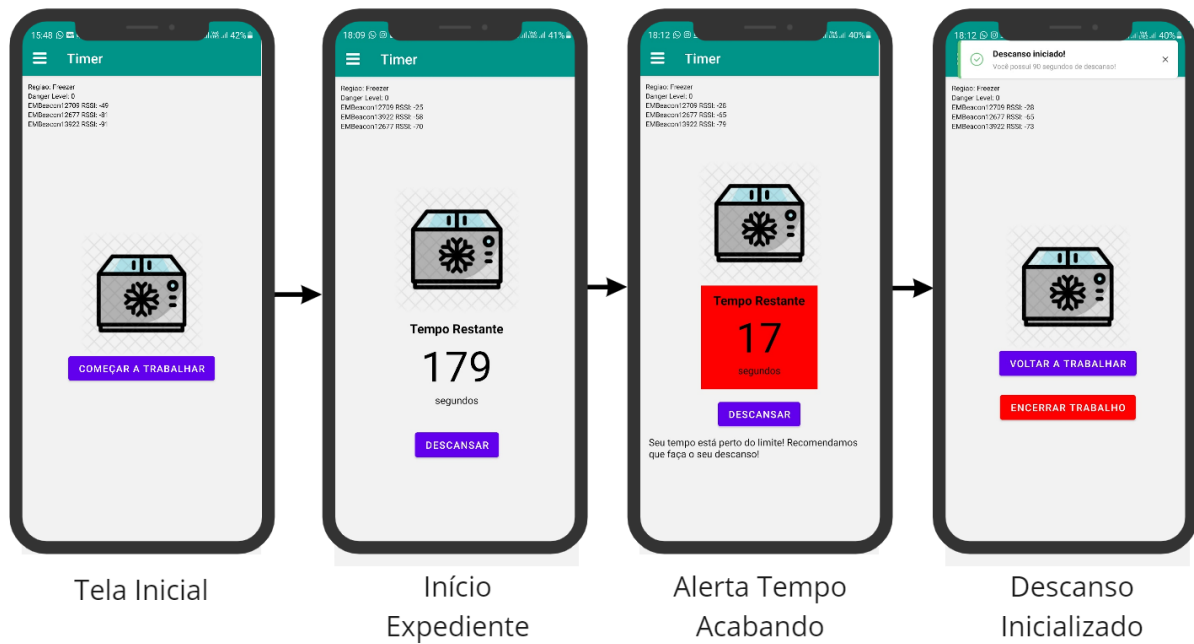


Figura 18: Fluxo de expediente

Durante o descanso, o funcionário terá duas opções na interface do aplicativo: A opção de retornar ao trabalho, no qual recomeça o fluxo de início de expediente, ou a opção de finalizar o expediente. No caso de finalização, o aplicativo atualiza o parâmetro *status* para operação de finalizado e o *starttime* representando o tempo de foi realizada a finalização do expediente. Mesmo após a finalização do expediente, a sua localização continua sendo monitorada a fim de garantir que o funcionário saia da região de risco após a finalização do expediente. Caso contrário, o gestor do frigorífico poderá notificá-lo da situação adversa. Após o funcionário se retirar do local, a sua localização não será mais atualizada e finalizando o ciclo do expediente.

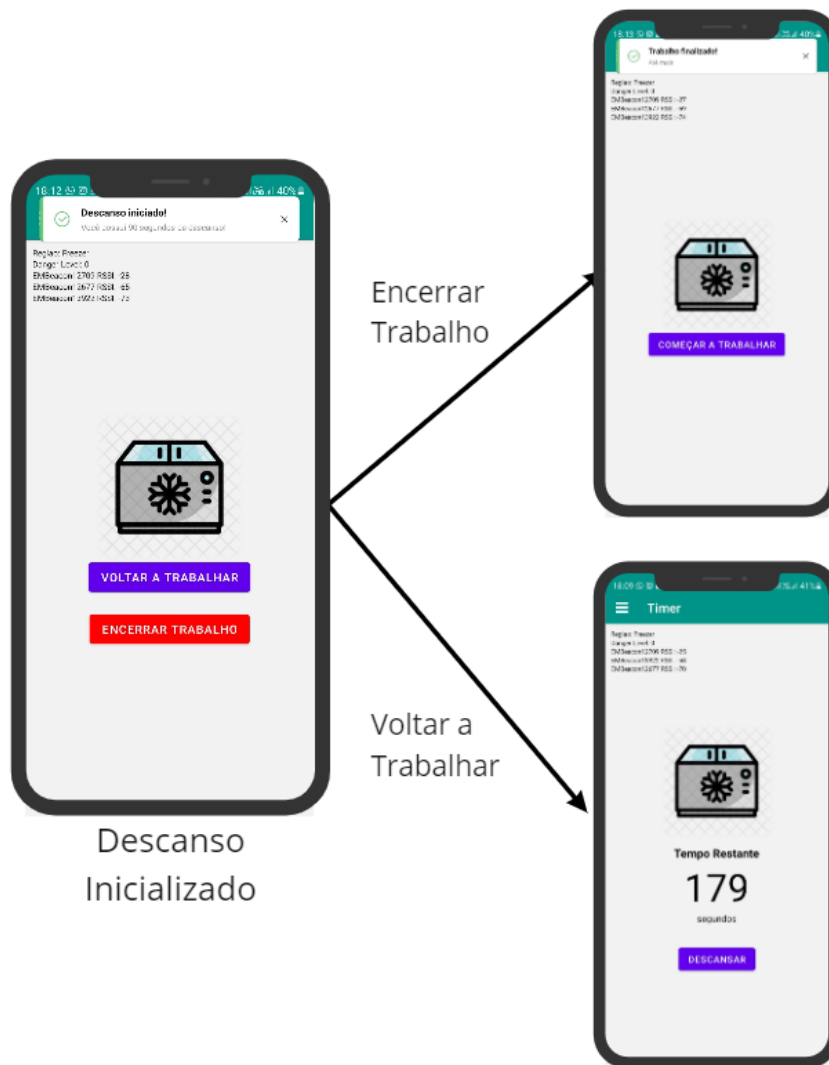


Figura 19: Fluxo de expediente

4.4 Mapa

A interface da tela de mapa é dividida em três grandes setores com informações relacionadas com o tipo de função que o administrador deseja realizar: A planta baixa de funcionários por área, a tabela de funcionários ativos e a tabela de histórico de notificações.

Mapa

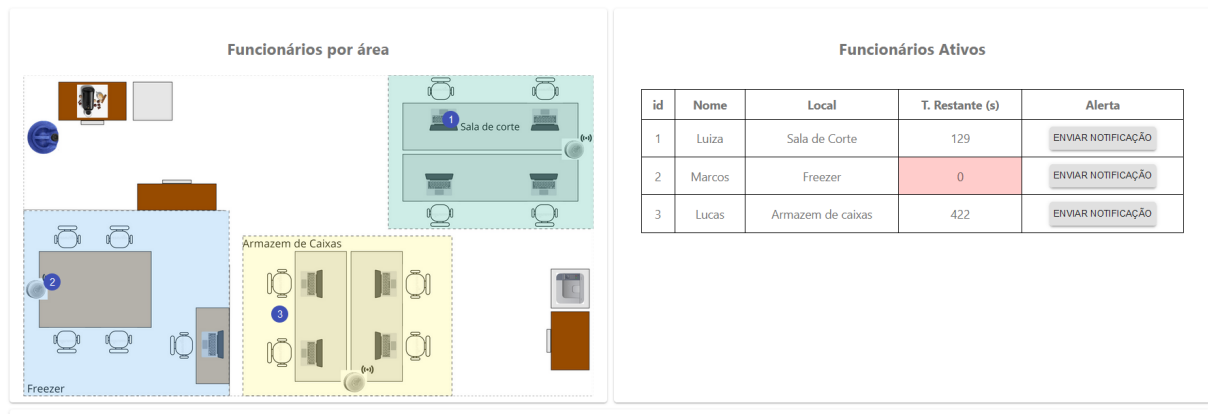


Figura 20: Interface do mapa administrativo

4.4.1 Visualização do Mapa

Quando o gestor acessar a interface, o site efetua uma requisição do tipo GET na rota `/api/listar-ultimas-localizacoes` solicitando as últimas informações de expediente dos funcionários ativos no momento. Com isso, a aplicação servidora retorna as informações da coleção `User` com filtrando os últimos registros de expedientes de cada usuário ativo no momento (*Worksession*) em conjunto com as informações do usuário. Como cada objeto de expediente possui uma determinada região vinculada, o sistema administrativo vincula as informações do expediente com as informações da coleção de regiões para mapear onde cada funcionário está localizado e o tempo máximo permitido em cada região. Desta forma, o sistema administrativo irá listar os usuários na tabela de usuários ativos e mapear a planta baixa com a respectiva localização de cada funcionário. O tempo restante de estadia de cada funcionário é mostrado na tabela de funcionários ativos de forma que os funcionários que tiverem o tempo de estadia esgotado sejam destacados para fácil visualização do gestor. Esta rotina obtenção de dados será realizada a cada dez segundos de forma a sempre obter últimas localizações dos funcionários do local de risco.

4.4.2 Envio de notificação

No caso em que o gestor detecta alguma situação crítica no frigorífico, como o caso de funcionário que ultrapassou o tempo limite de estadia na região, o gestor pode enviar uma notificação personalizada a este funcionário. Esta funcionalidade utiliza o serviço de mensagens One Signal para efetuar o disparo mensagens e o alerta no dispositivo funcionário (*Push Notification*).

Para esta implementação, foi criada uma aplicação no serviço de mensagens One Signal com o nome de BeaconTracker e gerado as chaves de integração *Rest API Key* em que serão as chaves de autenticação da aplicação servidora com o serviço mensageiro. Com isso, foi implementado a integração do One Signal com o aplicativo de forma que cada dispositivo com o aplicativo instalado gere um identificador único do dispositivo *userIdOneSignal* que será mapeado no serviço do One Signal. Com esta informação e a chave de autenticação, a aplicação servidora é capaz de enviar notificações por meio da requisição do tipo POST na rota *https://onesignal.com/api/v1/notifications* do serviço mensageiro com os parâmetros abaixo:

- *appId*: Identificador da aplicação cadastrado na plataforma do One Signal
- *includePlayerIds*: identificador de dispositivos *userIdOneSignal* vinculado ao dispositivo de cada funcionário cadastrado no sistema
- *headings*: título da notificação
- *content*: descrição da notificação

Com isso, o One Signal irá realizar a entrega da mensagem para os respectivos dispositivos selecionados.

Ao selecionar o envio de uma notificação, gestor é apresentado com dois campos de texto solicitando o título e mensagem da notificação a enviar ao funcionário selecionado. Com o envio da mensagem, o funcionário selecionado irá receber um alerta no seu dispositivo celular com a mensagem escrita pelo gestor. Caso o usuário clique na mensagem ou entrou no aplicativo, será ativada uma rotina de confirmação da visualização da mensagem. Desta forma, o gestor terá a confirmação de que a mensagem foi visualizada ou não pelo funcionário.

Todas as notificações enviadas são armazenadas na coleção *Notifications*, com os valores de título, mensagem, identificador do usuário no qual foi enviado e identificador do dispositivo. Caso o funcionário tiver a necessidade de visualizar as notificações que foram enviados ao seu dispositivo, ele poderá ver na tela de histórico de notificações no aplicativo. Para isso, o aplicativo faz a requisição do tipo GET na rota */api/listar-notificações-usuario* e é retornado o histórico de mensagens enviadas a ele.

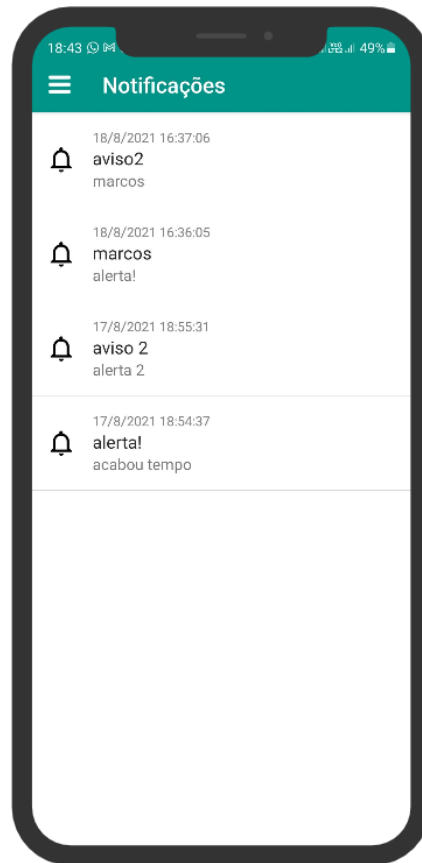


Figura 21: Tela de notificações do funcionário no aplicativo

Para o gestor, será também possível visualizar o histórico de notificações, contudo, ele poderá visualizar todas as notificações enviadas a todos funcionários, ao contrario que no caso do funcionário só poderá visualizar as notificações pertencentes a ele.

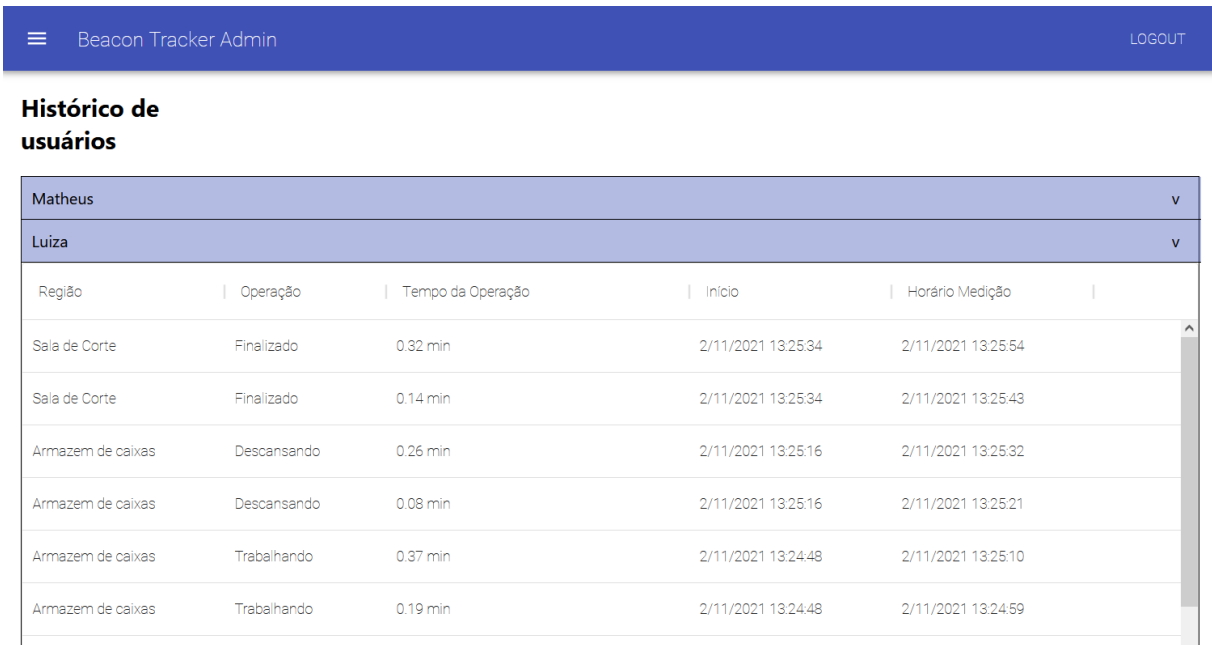
Histórico de Notificações

Hora de envio	Nome	Título	Descrição
2/11/2021 15:21:51	Matheus	Alerta	Alerta
2/11/2021 15:21:51	Matheus	Alerta	Alerta
18/8/2021 16:37:22	Luiza	luiza	tempo
18/8/2021 16:37:06	Marcos	aviso2	marcos
18/8/2021 16:36:41	Lucas	lucas	tempo excedido
18/8/2021 16:36:05	Marcos	marcos	alerta!
17/8/2021 18:55:31	Marcos	aviso 2	alerta 2
17/8/2021 18:55:05	Lucas	lucas	teste
17/8/2021 18:54:37	Marcos	alerta!	acabou tempo

Figura 22: Tela de notificações no sistema administrativo

4.5 Histórico

Ao acessar a tela de histórico, o sistema administrativo inicia com a requisição do tipo GET na rota `/api/list-working-session` responsável por retornar lista de funcionários no sistema e os registros de todas as medições de expediente. Cada medição contém a informação da região, horário de início de expediente, qual o tipo de operação, as intensidades dos beacons na região em que foi realizada a medição e o horário que foi realizada a medição. Como cada medição é realizada em um intervalo de dez segundos, é possível traçar o caminho de cada funcionário ao longo do tempo, mapeando quais regiões o funcionário frequentou, e o tempo de estadia em cada região.



Beacon Tracker Admin						LOGOUT
Histórico de usuários						
Matheus					v	
Luiza					v	
Região	Operação	Tempo da Operação	Início	Horário Medição		
Sala de Corte	Finalizado	0.32 min	2/11/2021 13:25:34	2/11/2021 13:25:54		
Sala de Corte	Finalizado	0.14 min	2/11/2021 13:25:34	2/11/2021 13:25:43		
Armazem de caixas	Descansando	0.26 min	2/11/2021 13:25:16	2/11/2021 13:25:32		
Armazem de caixas	Descansando	0.08 min	2/11/2021 13:25:16	2/11/2021 13:25:21		
Armazem de caixas	Trabalhando	0.37 min	2/11/2021 13:24:48	2/11/2021 13:25:10		
Armazem de caixas	Trabalhando	0.19 min	2/11/2021 13:24:48	2/11/2021 13:24:59		

Figura 23: Tela de histórico no sistema administrativo

No perfil de diretoria, o usuário tem a possibilidade de exportar os dados de cada usuário em um arquivo separado por ponto e vírgula (CSV).

	A	B	C	D	E
1	regionName	status	time	startTime	measureTime
2	Sala de Corte	Finalizado	0.32 min	2/11/21 13:25	2/11/21 13:25
3	Sala de Corte	Finalizado	0.14 min	2/11/21 13:25	2/11/21 13:25
4	Armazem de caixas	Descansando	0.26 min	2/11/21 13:25	2/11/21 13:25
5	Armazem de caixas	Descansando	0.08 min	2/11/21 13:25	2/11/21 13:25
6	Armazem de caixas	Trabalhando	0.37 min	2/11/21 13:24	2/11/21 13:25
7	Armazem de caixas	Trabalhando	0.19 min	2/11/21 13:24	2/11/21 13:24
8	Armazem de caixas	Trabalhando	0.00 min	2/11/21 13:24	2/11/21 13:24
9	Armazem de caixas	Finalizado	1.67 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:18
10	Sala de Corte	Finalizado	1.48 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:18
11	Armazem de caixas	Finalizado	1.30 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:18
12	Armazem de caixas	Finalizado	1.12 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:18
13	Armazem de caixas	Finalizado	0.93 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:18
14	Armazem de caixas	Finalizado	0.75 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:18
15	Armazem de caixas	Finalizado	0.57 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:17
16	Sala de Corte	Finalizado	0.38 min	2/11/21 12:17	2/11/21 12:17

Figura 24: Documento CSV exportado pela plataforma

4.6 *Dashboard*

O painel de visualização de dados foi construído utilizando a ferramenta MongoDB Charts mencionado na seção 3.7.5.2. Esta tecnologia faz a conexão direta com o banco de dados não relacional e fornece ferramentas que facilitam a construção de gráficos e indicadores que são mostrados ao gestor do frigorífico. As informações são atualizadas a cada minuto, de forma que o administrador sempre tenha a visão mais recente do local de risco. Os gráficos e indicadores do painel de visualização são:

- Indicador de região com mais funcionário
- Indicador de quantidade de usuários trabalhando
- Indicador de quantidade de usuários descansando
- Indicador de quantidade de usuários ativos
- Gráfico de quantidade de trabalhadores por horário do dia
- Gráfico quantidade de pessoas por região
- Gráfico de usuários com maior tempo trabalhado no dia

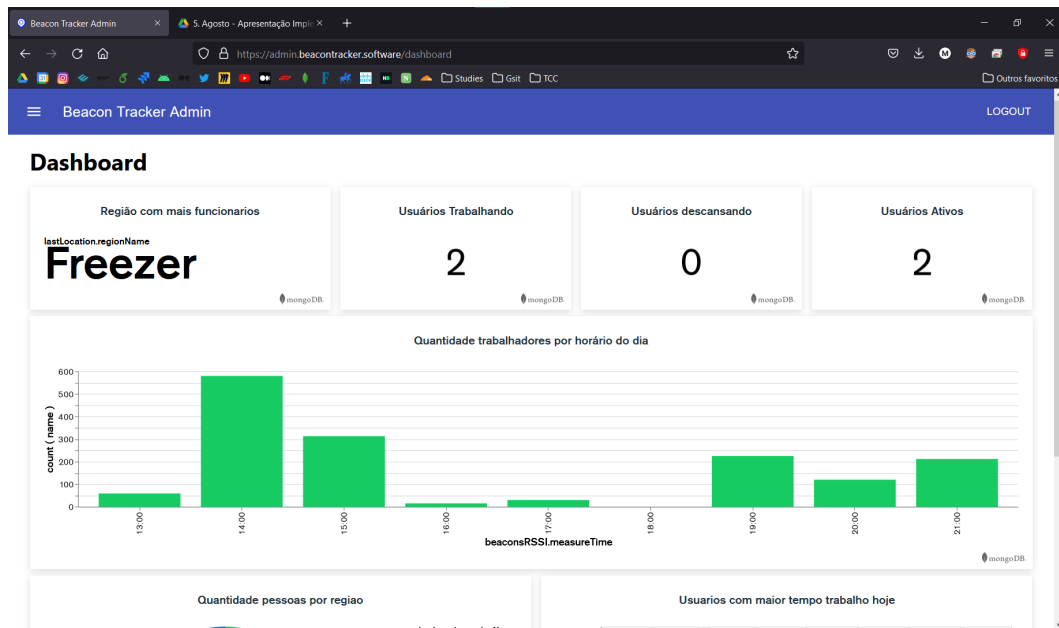


Figura 25: Tela de painel de visualização parte 1

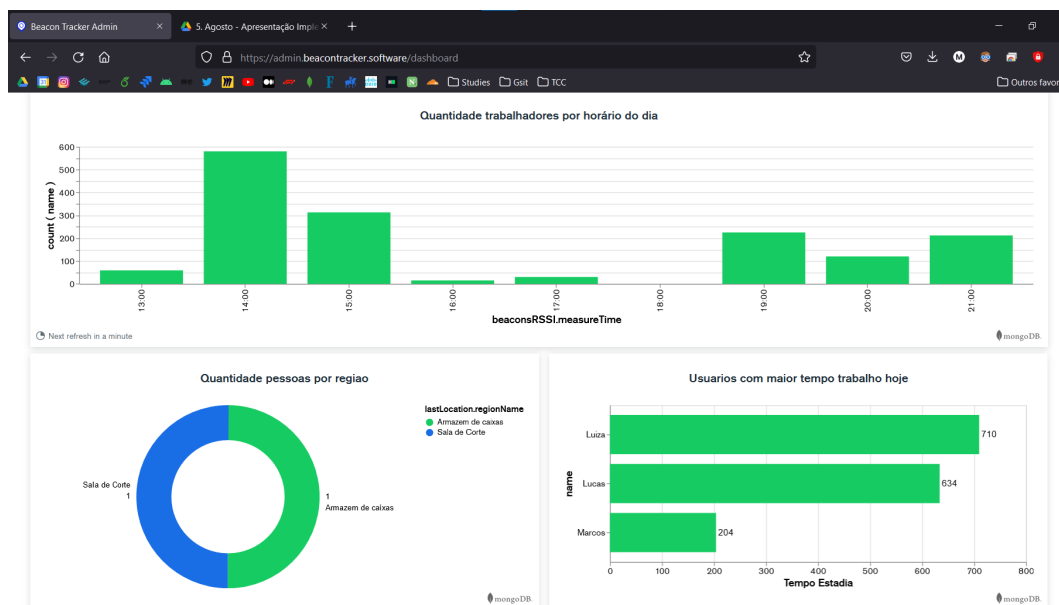


Figura 26: Tela de painel de visualização parte 2

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão do projeto de formatura

A implementação da solução de internet das coisas do sistema *Beacon Tracker* foi realizada com sucesso, com o aplicativo, aplicação servidora e administradora integradas e hospedadas na nuvem. A integração com o serviço de mensagens de notificações One Signal também foi realizada com sucesso.

As funcionalidades cobertas neste projeto são o monitoramento do expediente de cada funcionário no ambiente de risco, rastreando a localização e tempo de estadia nas regiões de risco, alerta de situação crítica ao gestor do frigorífico com a possibilidade de envio de notificação personalizada ao funcionário, montagem de *Dashboard* diária e comprovante de ponto de acesso.

O aplicativo celular foi implementado com foco para dispositivos Android, contudo a tecnologia utilizada torna-se facilmente a adaptação para dispositivos iOS a partir do código fonte do projeto. Para ambiente de produção, seriam apenas necessário o envio do aplicativo para as lojas Google Play e Apple Store disponibilizando para todos os funcionários.

A aplicação servidora foi realizada com a arquitetura monolítica capaz de suportar locais de risco com menor quantidade de funcionários. O código foi construído de forma que seja fácil a migração para a arquitetura em micro-serviços e o projeto da estrutura escalável está bem documentada para trabalhos futuros. A hospedagem, recursos de segurança e domínio também foram implementados com sucesso, tornando a solução pronta já para utilização em um ambiente real.

Por fim, foi construído a aplicação administradora com todas as funcionalidades administrativas e estratégicas do local de risco, de forma que a diretoria e a gerencia possuem informações e ferramentas para tomada de decisão.

5.2 Impacto da solução para as áreas da empresa

O sistema é principalmente uma ferramenta de auxílio gerencial em que os dados de monitoramento gerados podem ser utilizados por todas as áreas funcionais da empresa.

5.2.1 Produto

Para a área de produtos, as informações das localizações podem ser processadas e transformadas em dados de produtividade da linha de produção. Os dados de horas trabalhadas por determinados profissionais podem ser mescladas com as informações de entregas do mesmo período e desta forma, poderá perceber quais regiões ou quais funcionários produzem os melhores resultados. Com estas análises realizadas pela equipe de dados, os gestores de produto poderão analisar quais são pontos fortes e fracos de cada funcionário e realizar a alocação de equipes para cada tipo de desenvolvimento de produto e otimizar a produtividade para diferentes tipos de entregas.

5.2.2 Vendas e marketing

Para a área de vendas e marketing, priorização do bem estar dos trabalhadores no local de risco pode ser uma frente de divulgação nas redes sociais. Por meio do uso da solução de internet das coisas, a equipe de vendas e marketing pode utilizar o argumento de que o frigorífico utiliza tecnologia de ponta no qual prioriza a saúde dos funcionários que trabalham nos locais de risco, seguindo todos os protocolos de segurança exigido por lei. Em comparação com a concorrência onde não há um bom monitoramento do tempo trabalhado, o grande diferencial do uso do sistema é a possibilidade de comprovação da informação, dando a transparência da informação e confiabilidade aos clientes que forem consumir os produtos da empresa ou empresas que irão trabalhar em parceria com o frigorífico. Perante a má fama e aos diversos processos judiciais relacionados à má qualidade de trabalho nos frigoríficos, como mostrado no documentário Carne e Osso[3], esta tecnologia é um grande diferencial para a imagem da empresa que pode ser utilizado divulgação para a equipe de marketing e como argumento de vendas pela equipe de vendas.

5.2.3 Finanças e contabilidade

Para a equipe de finanças e contabilidade, o agrupamento das informações de expediente por funcionário pode ser utilizada para o fechamento das horas trabalhadas de

cada profissional. Com o agrupamento das informações e cruzamento com informações que diferenciem datas de feriados e finais de semana, a equipe de finanças e contabilidade da empresa pode detectar quantas horas extras foram realizadas por cada funcionário, se houve expedientes durante os finais de semana ou feriados, se houve horas trabalhadas a menos. Com estas informações, é possível ajustar o fechamento dos valores de salários a serem pagos aos funcionários de acordo com períodos e dias em que foram contabilizados e justificar o valor com base nos dados coletados pelo sistema.

5.2.4 Recursos humanos

Por fim, para a equipe de recursos humanos o sistema abre a possibilidade de analisar a qualidade de trabalho de cada região do frigorífico. Com informações do sistema, dados de entregas e qualidade dos produtos, a equipe pode analisar se determinadas regiões que apresentam um pior rendimento em relação a outras e mitigar a qualidade de trabalho na determinada região por meio de entrevista aos trabalhadores do local. Caso seja detectado a insatisfação do local, a informação pode ser repassada para outras áreas como pontos de melhorias para a diretoria e com isso, tomar alguma decisão estratégia com a informação.

5.3 Melhorias e trabalhos futuros

5.3.1 Projeto de escalabilidade da infraestrutura

Como mencionado na seção 3.6.3, devido a limitação dos recursos na nuvem o sistema foi desenvolvido como um sistema de monolítico de aplicação única no servidor. Esta arquitetura funciona para locais de risco com pequenas quantidades de funcionários trabalhando como um laboratório químico ou regiões críticas de uma usina nuclear. No caso de frigoríficos, por exemplo, onde há uma grande quantidade de aplicativos efetuando requisições para a nuvem, a subdivisão da aplicação em dois micro-serviços será necessária para suprir a demanda de trabalho.

Para isso, a partir do código da aplicação servidora implementada neste trabalho será necessário apenas criar dois projetos separando a funcionalidade de operações de expediente com as outras funcionalidades. Desta forma, o serviço responsável pelo expediente poderá ser alocado em um recurso escalável e aumentar as instancias deste micro-serviço na medida que o sistema exigir e realizar o redirecionamento por meio de um balanceador de carga.

5.3.2 Recursos de infraestrutura consolidada

O sistema implementado para esta monografia foi realizada utilizando serviços e planos gratuitos, muitos nos quais vencem em um intervalo de um ano. Com isso, caso futuramente este projeto seja utilizada, será necessária o instanciamento dos mesmos ou melhores recursos na nuvem. São eles:

- Instância EC2 na Amazon Web Services. Para esta monografia foi utilizada o recurso gratuito do tipo t2.micro, recomendado é utilizar um recurso melhor.
- Criação de um domínio de hospedagem para o sistema administrador e *API* com ajuste de configuração de *DNS* para o serviço da CloudFlare.
- Alocação de um banco de dados MongoDB dedicado. No caso desta monografia foi utilizada a opção gratuita compartilhada onde não há garantia de desempenho.
- Criação de uma conta na CloudFlare com plano Business para melhor mitigação de ataques de disponibilidade. Neste projeto foi utilizado o plano gratuito.

A compra de maior quantidade de Beacons e com melhor precisão garantem um bom funcionamento do sistema para locais de alto risco.

5.3.3 Projeto de análise dos dados para áreas funcionais da empresa

A implementação do sistema Beacon Tracker deste trabalho teve como finalidade principal a implementação da solução de internet das coisas com o coleta de informações de localização dos usuários no local de risco. Os dados foram tratados de maneira a focar em facilitar o monitoramento por parte dos gestores e diretores do local de risco.

Uma sugestão de implementação de extensão deste projeto é o processamento e tratamento dos dados coletados de localização dos funcionários e fazer a integração com dados provindo de outros sistemas e auxiliar as áreas funcionais da empresa como descrito na seção 6.2.

REFERÊNCIAS

- 1 GUARALDO, M. C. *Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo*. Repórter Brasil. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-est>>.
- 2 FRIGORÍFICOS registram média de 54 acidentes por dia. São Paulo, Brasil: revistacipa, 2019. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2011/03/quot-carne-osso-quot>>.
- 3 CAVECHINI, C.; BARROS, C. J. *Carne e Osso: O trabalho em frigoríficos*. São Paulo, Brasil: Repórter Brasil, 2011. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2011/03/quot-carne-osso-quot-retrata-trabalho-nos-frigorificos-brasileiros/>>.
- 4 DECRETO-LEI Nº 5.452, DE 1º DE MAIO DE 1943. Presidência da República Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm>.
- 5 NR 29 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário. Portaria SSST N.º 53. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-29.pdf>>.
- 6 ZHONG, S.; LIPING, C.; TIAN-EN, C. Agile planning and development methods. 5 2011. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5764064>>.
- 7 FULLER, A. et al. Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. 5 2020. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9103025>>.
- 8 GPS Standard Positioning Service (SPS) Performance Standard. Department of Defence United States of America, 2020. Disponível em: <<https://www.gps.gov/technical/ps/2020-SPS-performance-standard.pdf>>.
- 9 KJÆRGAARD, M. B. et al. Indoor positioning using gps revisited. 5 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/221016004_Indoor_Positioning_Using_GPS_Revisited>.
- 10 DORSEMAINE, B. et al. Internet of things: a definition taxonomy. 1 2015. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7373221>>.
- 11 YOACHIMIK, O. Cloudflare thwarts 17.2m rps ddos attack — the largest ever reported. 8 2021. Disponível em: <<https://blog.cloudflare.com/cloudflare-thwarts-17-2m-rps-ddos-attack-the-largest-ever-reported/>>.