



BANDTEC – DIGITAL SCHOOL

CURSO DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

ANDRÉ DA SILVA SANTOS
GUILHERME NASCIMENTO DOS SANTOS
MATHEUS DANIEL LOZANO BOAVENTURA
NICOLAS CAMPOS DE CARVALHO
PRISCILA CHOI
RENATO DE OLIVEIRA PAULINO

PROJETO VACCINUS: SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERATURA EM
CONTÊINERS DE VACINAS



SÃO PAULO

2020

SUMÁRIO

1. VISÃO DO PROJETO	1
1.1 APRESENTAÇÃO DO GRUPO	1
1.2 CONTEXTO	1
1.3 PROBLEMA / JUSTIFICATIVA DO PROJETO	1
1.4 OBJETIVO DA SOLUÇÃO	2
1.5 DIAGRAMA DA SOLUÇÃO	2
2.2 PROCESSO E FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROJETOS	4
2.3 GESTÃO DOS RISCOS DO PROJETO	4
2.4 <i>PRODUCT BACKLOG</i> E REQUISITOS	5
2.5 SPRINTS / SPRINT BACKLOG	6
3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	6
3.1 SOLUÇÃO TÉCNICA – AQUISIÇÃO DE DADOS ARDUINO/SIMULADOR	6
3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA – APLICAÇÃO	7
3.3 BANCO DE DADOS	10
3.4 PROTÓTIPO DAS TELAS, LÓGICA E USABILIDADE	11
4. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	11
4.1 MANUAL DE INSTALAÇÃO DA SOLUÇÃO	11
4.2 PROCESSO DE ATENDIMENTO E SUPORTE / FERRAMENTA	11
5. CONCLUSÕES	12
5.1 RESULTADOS	12
5.2 PROCESSO DE APRENDIZADO COM O PROJETO	13
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A EVOLUÇÃO DA SOLUÇÃO	13
6. REFERÊNCIAS	14
7. INFORMAÇÕES ADICIONAIS	15



1. VISÃO DO PROJETO

1.1 APRESENTAÇÃO DO GRUPO

O Projeto *Vaccinus* é composto pelos seguintes membros estudantes do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas na universidade BandTec: André Santos, Guilherme Nascimento, Matheus Daniel, Nicolas Carvalho, Priscila Choi e Renato Paulino.

1.2 CONTEXTO

O ano de 2020 foi o ano que ficou marcado pela pandemia do Sars-Cov-2, popularmente conhecido como Covid-19 ou ainda Corona-vírus, o qual fez necessária uma completa reestruturação dos hábitos sociais e comerciais da humanidade, gerando enormes prejuízos financeiros às economias mundiais, mas principalmente milhares de mortes pelo mundo. Iniciou-se então uma corrida internacional para a obtenção de uma vacina ao corona-vírus em tempo nunca antes visto anteriormente, com alguns países tendo apresentado suas soluções e estas sendo aplicadas às pessoas a título experimental. Com a atenção do mundo voltada ao andamento do processo de fabricação das vacinas, sendo acompanhado cotidianamente através dos noticiários nacionais e internacionais, os integrantes deste projeto começaram a refletir acerca do processo logístico para distribuição de uma vacina, não apenas de uma vacina em potencial ao corona-vírus, mas vacinas de uma forma geral e após pesquisa de campo, observou-se que ocorrem muitas perdas de vacina durante o seu transporte devido a variações de temperatura no contêiner que armazena as ampolas. Isto constatado, decidiu-se por um projeto que realizasse o monitoramento da temperatura em contêineres de transporte de vacinas.

1.3 PROBLEMA / JUSTIFICATIVA DO PROJETO

Uma vacina é uma preparação biológica que fornece imunidade adquirida ativa para uma doença particular, a preparação é feita por agentes patogênicos (vírus



ou bactérias, vivos ou mortos, ou seus derivados). As vacinas são responsáveis por estimular o sistema imunológico a produzir anticorpos (proteínas que atuam na defesa do organismo), os quais atuam contra os agentes patogênicos causadores de infecções.

Segundo o site *vacinas.org*, a temperatura de conservação das vacinas deve estar compreendida de 2°C a 8°C, sendo o ideal 5°C, sobre o risco de terem suas propriedades físico-químicas alteradas e por consequência sua eficácia reduzida ou mesmo perdida caso estes critérios não sejam obedecidos.

Em um levantamento realizado em 2019 pela Organização Mundial da Saúde – OMS – estima-se que cerca de 50% das vacinas transportadas são deterioradas devido à quebra da cadeia-fria, mais precisamente na etapa de transporte. Cadeia-Fria é o termo que se refere às etapas de produção, logística, conservação e manuseio de produtos com temperatura controlada, ou seja, vacinas estavam sendo perdidas devido às variações abruptas de temperatura na etapa de transporte. Somado a isto, verificou-se a ausência de soluções no mercado que atuassem no monitoramento da temperatura dos contêineres de vacina, então o projeto *Vaccinus* veio para preencher esta lacuna no mercado e também com a responsabilidade social de ajudar a garantir o cumprimento da demanda de vacinação da população.

1.4 OBJETIVO DA SOLUÇÃO

O projeto *Vaccinus* tem por objetivo realizar o monitoramento da temperatura em contêineres de vacina, informando assim ao responsável pelo contêiner sobre a situação térmica que se encontra as ampolas para que então medidas preventivas e/ou corretivas sejam tomadas com o intuito de zerar o desperdício dos produtos, o que evitaria um grande prejuízo não somente financeiro, mas também social, visto que o cumprimento da demanda de vacinação da população seria atendida integralmente.

1.5 DIAGRAMA DA SOLUÇÃO

O diagrama abaixo ilustra o conceito da solução em um formato de fácil compreensão:



Imagem 01: Desenho de Solução.



2. PLANEJAMENTO DO PROJETO

2.1 DEFINIÇÃO DA EQUIPE DO PROJETO

A definição da equipe foi baseada em uma entrevista realizada pelos fundadores, Matheus Daniel e Nicolas Carvalho. Ambos procuravam uma equipe para o melhor desenvolvimento de um projeto do zero. Onde nossa maior intenção era o aprendizado. Nisso, chegamos à conclusão de uma equipe composta por 6 integrantes, onde a diferença de níveis, etnias, e conhecimentos, gerou uma equipe poderosa, a equipe *Vaccinus*.

“Uma equipe de qualidade, é uma equipe que trabalha como uma só consciência” – Matheus Daniel.



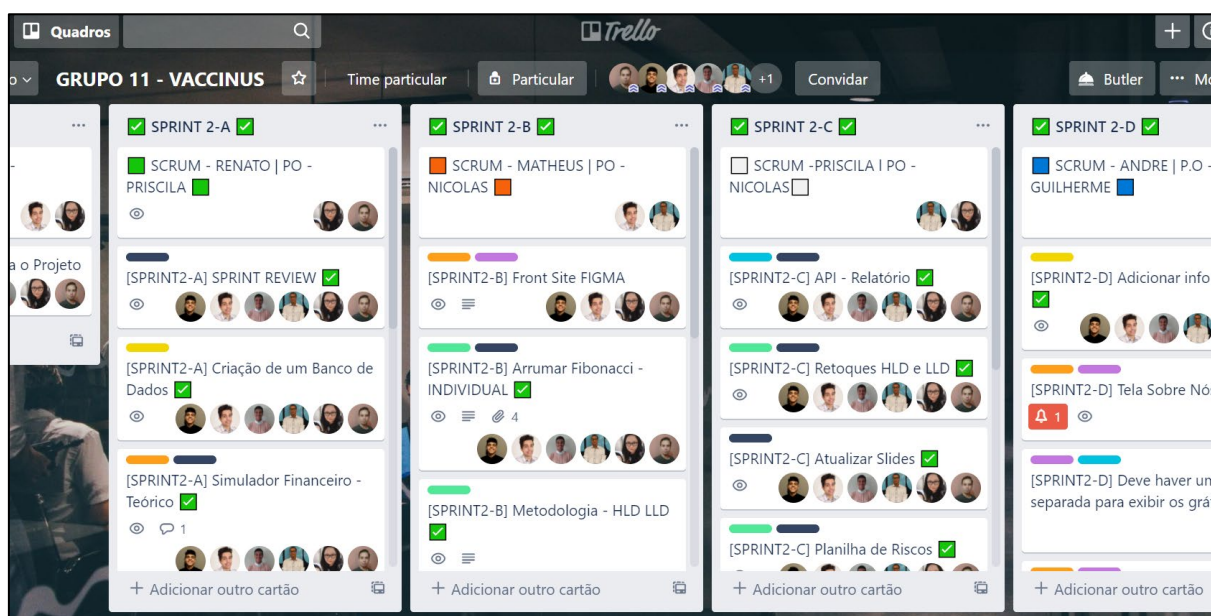
2.2 PROCESSO E FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROJETOS

O projeto *Vaccinus* foi gerido utilizando o conceito de metodologia SCRUM, definindo dois integrantes como *Product Owner* e *Scrum Master*, atribuições essas que foram sendo revezadas durante todo o andamento do projeto com o objetivo de os membros se familiarizarem com as responsabilidades inerentes à estas funções.

Para realizar o controle e delegar as atividades aos integrantes em virtude do tempo, foi utilizada a ferramenta *Trello*, a qual também foi empregada para armazenar os dados das *Sprint Reviews*.

Abaixo uma figura que ilustra o design da ferramenta:

Imagem 02: Ferramenta de gestão *Trello*.



2.3 GESTÃO DOS RISCOS DO PROJETO

Todo projeto possui riscos, independente de quão complexo ou simples seja e estes riscos devem ser levantados o máximo possível pela equipe para evitar que imprevistos ocorram e venham a atrasar ou mesmo cancelar o projeto. Estes riscos foram identificados pelos integrantes do projeto e descritos na Planilha de Riscos, onde também são descritas medidas para evitar ou mitigar as consequências de tais riscos, garantindo assim a continuidade e execução do projeto conforme escopo



previsto. Abaixo uma imagem ilustrativa da Planilha de Riscos elaborada para o projeto *Vaccinus*:

Imagem 03: Planilha de Riscos.

ID	Descrição do Risco	Probabilidade (P) 1- baixa 2- média 3- alta	Impacto (I) 1- baixa 2- média 3- alta	Fator de risco (P) x (I)	Ação (Evitar/Mitigar)
1	Estourar o Prazo - Não entregar as atividades dentro do prazo previsto.	1	3	3	Evitar
2	Orçamento - Possibilidade de faltar verbas para a compra de peças e equipamentos, gastos ultrapassarem o teto previsto, preços de materiais e equipamentos sofrerem alterações devido flutuações de câmbio.	2	2	4	Evitar e/ou Mitigar
3	Mercado - Falta de interesse do mercado em questão na compra do produto.	2	3	6	Evitar

2.4 PRODUCT BACKLOG E REQUISITOS

O *backlog* do produto é uma lista de requisitos que devem ser implementados em um determinado projeto, tais requisitos são classificados por tipo de funcionalidade, podendo ser um requisito funcional ou não-funcional e depois classificados em grau de dificuldade de implantação através da Sequência Fibonacci.

Abaixo o *Product Backlog* do projeto *Vaccinus*:

Imagem 04: Product Backlog.

ID	Requisitos	Classificação	Funcional	Pontuação
1	Sensores de Temperatura	Essencial	Funcional	8
2	Adquirir um recipiente para transportação do Arduino ('Maleta')	Desejável	Não-Funcional	21
3	Criação de um Banco de Dados	Essencial	Funcional	3
4	O software deve estar conectado a um banco de dados	Essencial	Funcional	5
5	O software deve se conectar a página web para exibir os dados	Essencial	Funcional	13
6	O software deve enviar os dados para o Banco para armazenamento	Essencial	Funcional	21
7	O banco deve fazer um backup diariamente à noite	Desejável	Não-Funcional	21
8	O site deve conter a logo e o nome da instituição	Essencial	Não-Funcional	8
9	O site deve conter um Dashboard em uma página a parte	Essencial	Funcional	3
10	Haverá apenas um cadastro único para login (Pronto para o cliente utilizar)	Essencial	Não-Funcional	3
11	O site deve conter um header com o menu para navegação (início, simulador, gráficos, relatórios,etc...)	Essencial	Não-Funcional	3
12	A página institucional deve conter o desenho de solução	Essencial	Não-Funcional	8
13	O site deve emitir alertas em situações de alterações de temperatura	Importante	Funcional	3
14	O site deve emitir notificações sobre o estado real dos sensores/arduino	Importante	Funcional	3
15	O site deve conter informações de contato com a empresa	Essencial	Não-Funcional	21
16	Deve conter um método de contato para o suporte técnico no painel	Essencial	Não-Funcional	8
17	Deve haver uma página para exibir os gráficos	Essencial	Não-Funcional	5
18	Utilização do Zendesk/TomTicket para modo de contato com a empresa	Essencial	Funcional	13
19	Página deve ser responsivo	Essencial	Não-Funcional	21
20	Página deve ser 'limpo'/clean/minimalista	Importante	Não-Funcional	21
21	Página deve utilizar cores sutis	Importante	Não-Funcional	3



2.5 SPRINTS / SPRINT BACKLOG

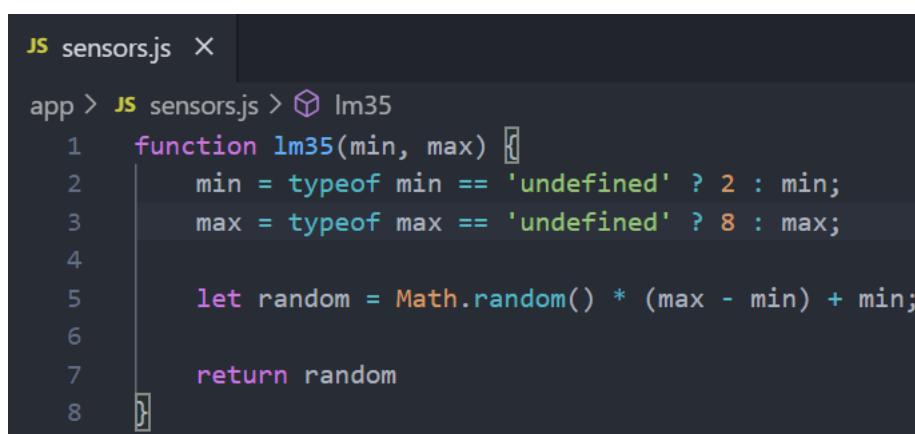
As sprints Backlogs foram divididas dentro da ferramenta de gestão Trello, onde foram separadas em 4 partes por sprint, sendo elas Sprint-x-A, Sprint-x-B, Sprint-x-C e Sprint-x-D para cada uma das sprints. Dentro dessas pequenas sprints, divididas num tempo de 1 semana cada. Nós possuímos planos de ações, registramos coisas em desenvolvimento e tudo que foi concluído. Isso tudo utilizando a metodologia SCRUM.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

3.1 SOLUÇÃO TÉCNICA – AQUISIÇÃO DE DADOS ARDUINO/SIMULADOR

A solução consiste na utilização de uma API de simulação do Arduino desenvolvida em NodeJS para obtenção dos dados adquiridos pela simulação dos sensores de temperatura LM35. Os parâmetros de temperatura na API são configurados para fornecerem valores compreendidos de 2 a 8, os quais correspondem às temperaturas de conservação das vacinas. Esta configuração é realizada no arquivo *sensors.js* alterando os parâmetros de mínimo e máximo conforme ilustra a imagem abaixo:

Imagem 05: Configurando parâmetros de temperatura.



```
JS sensors.js X
app > JS sensors.js > Im35
1 function lm35(min, max) {
2   min = typeof min == 'undefined' ? 2 : min;
3   max = typeof max == 'undefined' ? 8 : max;
4
5   let random = Math.random() * (max - min) + min;
6
7   return random
8 }
```




3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA – APLICAÇÃO

O projeto *Vaccinus* consiste em realizar o monitoramento de temperatura em containers de vacina durante a etapa de transporte, atualizando o cliente via notificações pelo celular e por seu perfil cadastrado no site institucional da empresa acerca das variações de temperatura que ocorrerem nas ampolas, para que assim medidas preventivas e/ou corretivas sejam tomadas pelo responsável do container ao longo do percurso a fim de assegurar a integridade das vacinas e consequentemente estas possam atender à demanda de vacinação da população.

Para realizar a mediação de temperatura é utilizado o sensor térmico de precisão LM35 devido à sua larga faixa de operação compreendida de -55°C a 150°C , sua compatibilidade para aplicações remotas, o baixo custo do equipamento, porém, de segura eficiência e confiabilidade e finalmente a sua versatilidade para utilização nas mais diversas aplicações, incluindo sistemas embarcados.

Imagem 06: Sensor LM35.

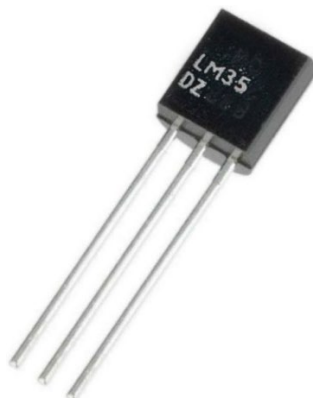


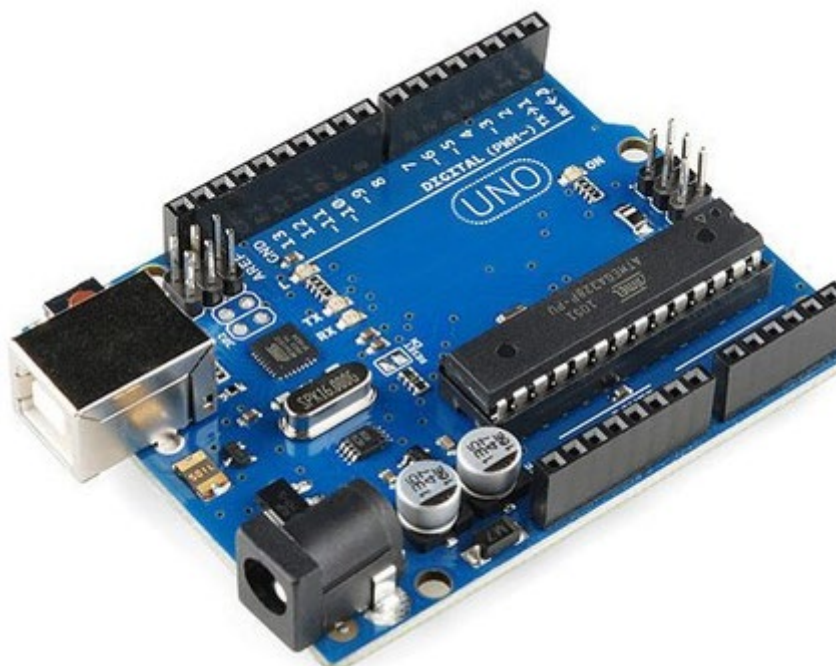
Imagem 07: Características do sensor LM35 obtidas do datasheet do dispositivo.

- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/ $^{\circ}\text{C}$ Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at 25°C)
- Rated for Full -55°C to 150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates From 4 V to 30 V
- Less Than 60- μA Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Non-Linearity Only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ Typical
- Low-Impedance Output, $0.1\ \Omega$ for 1-mA Load



O sensor será instalado junto a uma plataforma integrada de desenvolvimento eletrônico, o Arduino UNO, o qual irá atuar como o cérebro da solução *Vaccinus* recebendo os dados aferidos pelo sensor LM35, estes por sua vez serão organizados em código-fonte para então, após tratamento, serem obtidas as informações que serão utilizadas na construção do *dashboard* presente no site institucional da empresa e na emissão dos alertas para notificação do cliente a respeito da temperatura do container.

Imagem 08: Arduino UNO.

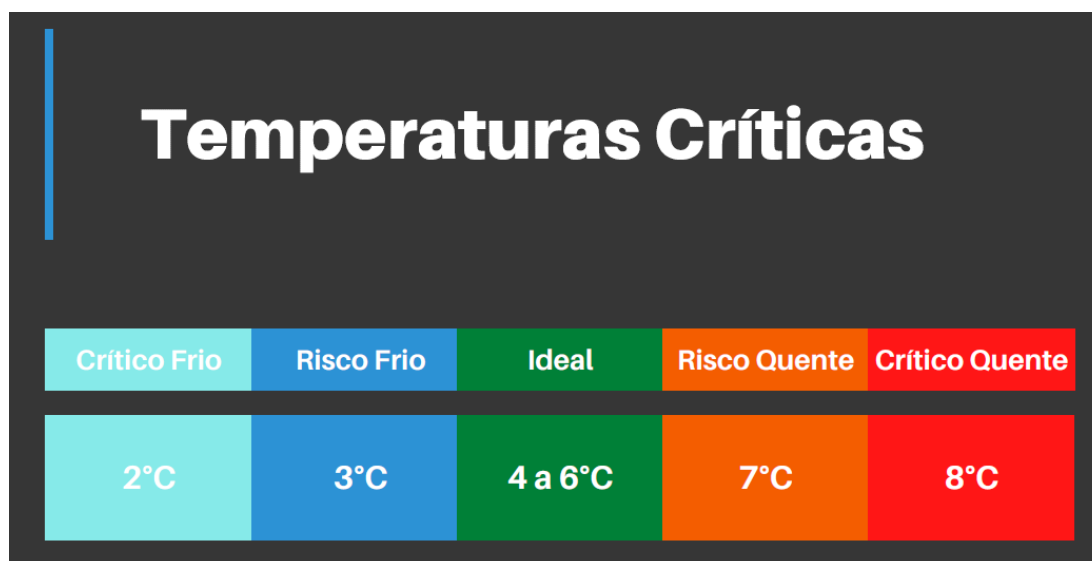


O Arduino está instalado de forma embarcada no interior do container, fixado à parede interna A1 (ver **Manual de Instalação Vaccinus**) e protegido por um invólucro em acrílico para resguardar o equipamento de impactos e líquidos. Para que seja realizada a aferição individual de temperatura das vacinas em seus recipientes, cada contêiner possui um módulo Arduino instalado, garantindo a rastreabilidade dos dados obtidos.

Com o intuito de oferecer um melhor controle sobre o monitoramento das variações de temperatura das vacinas quando transportadas por containers, a solução do projeto *Vaccinus* emite alertas aos usuários quando a temperatura das ampolas estiverem próximas dos limites inferior e superior citados anteriormente. A seguir uma tabela ilustrando essa condição:

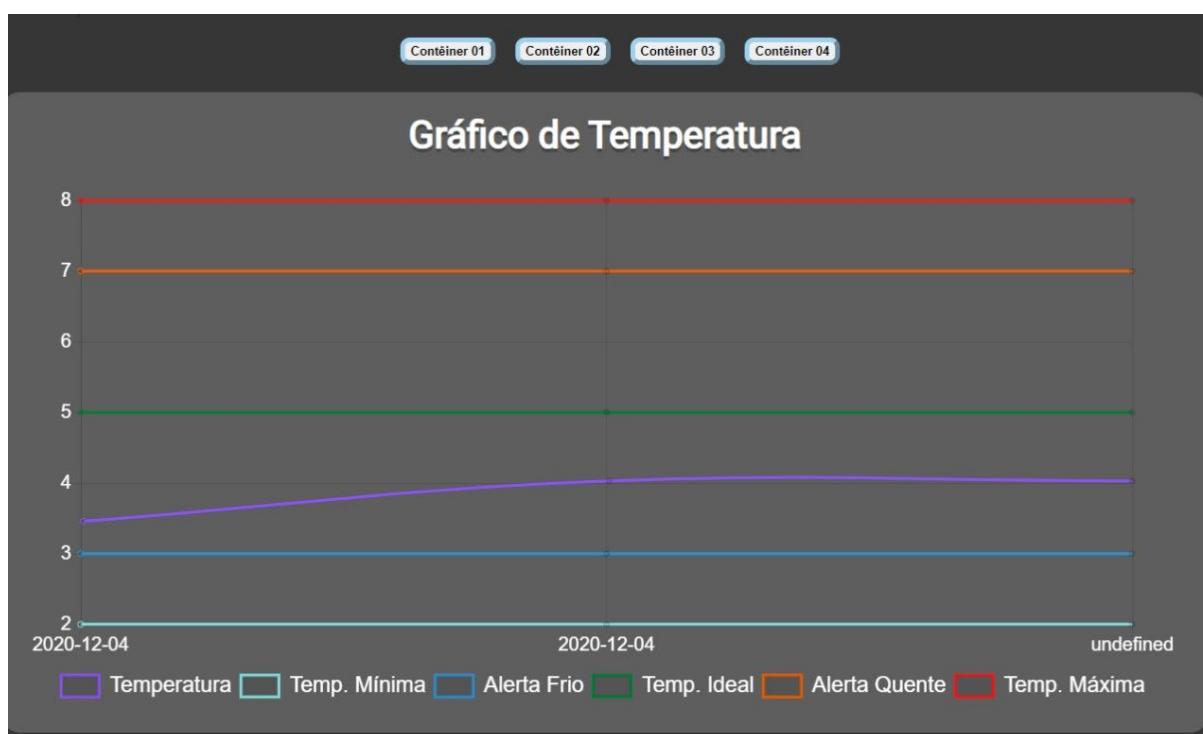


Imagem 09: Tabela de Temperaturas.



A seguir o Dashboard:

Imagem 10: Dashboard.



Há a opção de verificar o monitoramento de temperatura de 04 contêineres distintos clicando nos botões “Contêiner 01, Contêiner 02, Contêiner 03 ou Contêiner 04” sendo ilustrado também os níveis de alerta que cada contêiner de vacina está. A seguir imagem ilustrando a funcionalidade:



Imagem 11: Níveis de alertas dos contêineres de vacina.

Container 1	Container 2	Container 3	Container 4
Febre Amarela	Dengue	Covid-19	Raiva
Temperatura: 4.03°	Temperatura: 2.03°	Temperatura: 9.03°	Temperatura: -0.97°
Temperatura ideal	Temperatura baixa!	Temperatura alta demais!	Temperatura muito baixa!
			

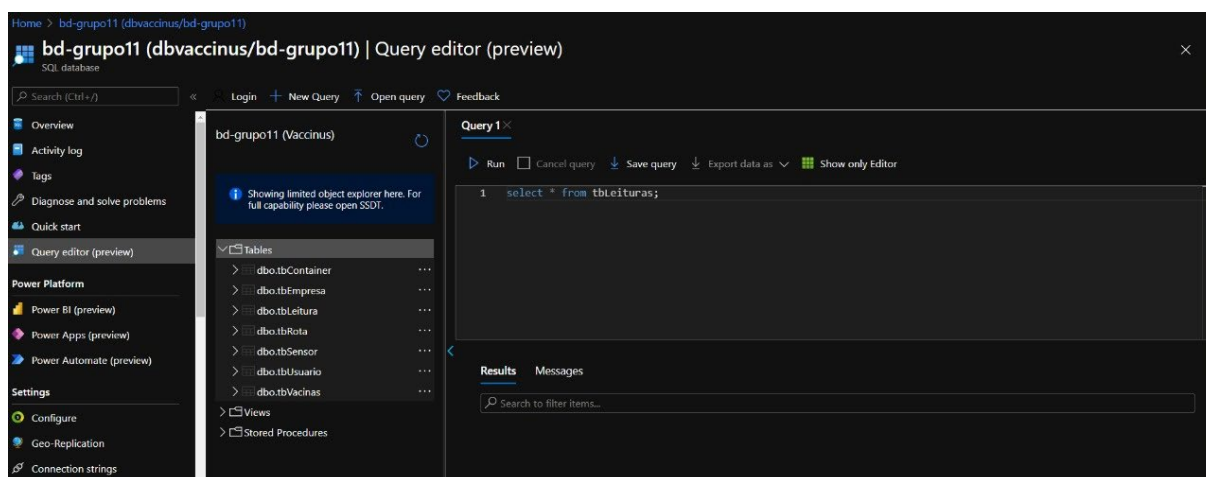
O site institucional está elaborado em linguagem de marcação HTML 5 e caracterizado por um design *clean*, também está assessorado pela ferramenta *Zendesk* para propiciar suporte técnico ao usuário, tal suporte é estruturado em 03 (três) níveis de atendimento para assegurar que o chamado seja direcionado à equipe apropriada.

Os dados pertinentes aos clientes, aos equipamentos contêineres e as vacinas estão armazenados em banco de dados relacional geridos em linguagem SQL por um SGBD de igual aspecto, o *MySQL* e também estão armazenados no banco de dados na nuvem *Azure* da Microsoft como solução *SaaS – Software as a Service*.

3.3 BANCO DE DADOS

O banco de dados encontra-se tanto *on premise* quanto em *cloud*, sendo que este último foi escolhida a solução da Microsoft, a *Azure*.

Imagem 12: Banco de dados armazenado na nuvem Azure.





3.4 PROTÓTIPO DAS TELAS, LÓGICA E USABILIDADE

A prototipagem do layout e design das páginas do site institucional foi realizada utilizando a ferramenta *FIGMA*.

Imagem 13: Protótipo das páginas do site institucional.



4. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

4.1 MANUAL DE INSTALAÇÃO DA SOLUÇÃO

Com o objetivo de auxiliar o usuário quanto a implantação e uso da solução, foi desenvolvido o **Manual de Instalação Vaccinus**, onde é abordado todo o processo de instalação dos softwares necessários bem como também a instalação física do módulo Arduino no interior do contêiner. O **Manual de Instalação Vaccinus** acompanha este documento.

4.2 PROCESSO DE ATENDIMENTO E SUPORTE / FERRAMENTA

Para que o usuário possa abrir chamados na ocorrência de problemas e/ou dificuldades na utilização da solução, o site institucional tem implementado a ferramenta de suporte ao usuário *Zendesk*. Os chamados são classificados em 03 níveis de atendimento, os quais são direcionados à equipa apropriada para sua solução.



Imagem 14: Ferramenta de suporte ao usuário Zendesk.

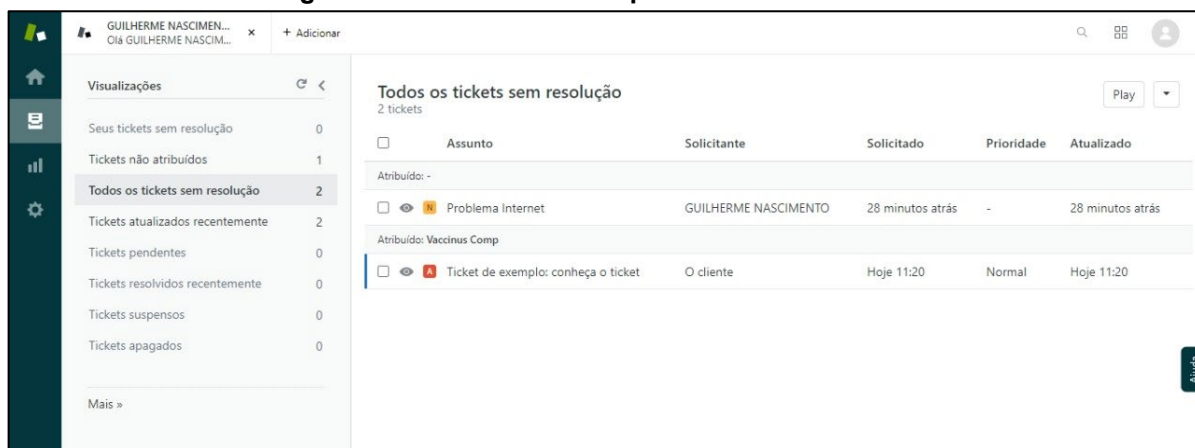
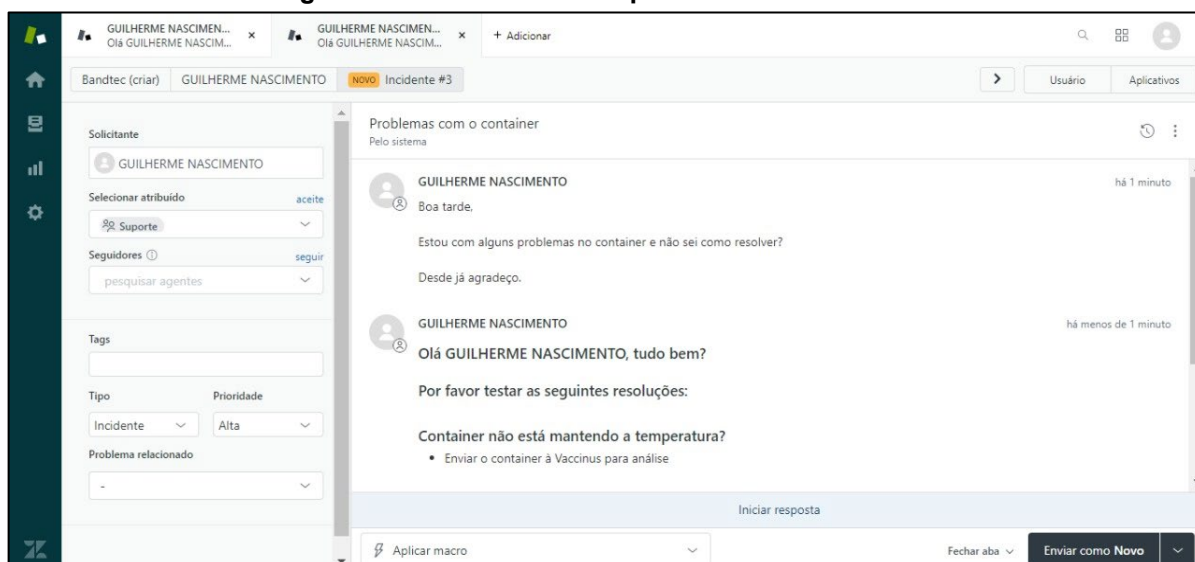


Imagem 15: Ferramenta de suporte ao usuário Zendesk.



5. CONCLUSÕES

5.1 RESULTADOS

Até a conclusão do projeto, a equipe foi capaz de realizar a construção do site institucional em HTML5 utilizando recursos de CSS para sua estilização e, ao utilizar API de simulação para aquisição de dados, construiu-se um *dashboard* que exibe as informações obtidas juntamente com níveis de alerta de temperatura, os quais foram determinados através da tabela quartil. O banco de dados e o site institucional foi armazenado na solução *Azure* da Microsoft com a função de cadastro e login implementada. Para melhor compreensão do usuário acerca da solução, foram



desenvolvidos os documentos HLD e LLD e manual de instalação bem como também este próprio documento. O usuário pode constatar a vantagem do uso da solução *Vaccinus* através de uma simulação na calculadora financeira presente no site institucional e por fim caso tenha algum problema é possível abrir chamado utilizando a ferramenta de suporte ao usuário Zendesk. Se o usuário desejar é possível baixar um relatório em PDF acerca do monitoramento dos contêineres, o que pode ser interessante para controle interno do cliente.

5.2 PROCESSO DE APRENDIZADO COM O PROJETO

Os integrantes do projeto *Vaccinus*, em diálogo conjunto, concordam em dizer que cada integrante teve um desafio não somente como um todo, devido ser um projeto em equipe, mas também desafios pessoais, os quais exigiram um esforço e dedicação adicional para que estes fossem superados e então os seus resultados, agora somados, auxiliassem na conclusão deste projeto. O integrante **Renato** cita que teve dificuldade em especial com a construção do layout do site institucional, ou seja, precisou aperfeiçoar muito suas habilidades em *front-end*. O fundador **M. Daniel** cita que teve grande dificuldade com aprendizado de termos técnicos e expressões técnicas, principalmente com siglas. O integrante **Guilherme**, diz que desenvolveu muito seu *front-end* e *back-end* ao decorrer do semestre. O fundador **Nicolas** diz ter desenvolvido melhor seu *front-end*. O integrante **André** diz ter aprendido muito na parte Teórica T.I. e no *back* e *front-end*. A integrante **Priscila** cita ter tido muita dificuldade em *front-end*, precisou aprimorar suas competências em trabalhar em equipe e por fim acostumar-se com novas metodologias de trabalho como a *Scrum*.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A EVOLUÇÃO DA SOLUÇÃO

Considerando que o projeto *Vaccinus* teve uma data de fundação um tanto tardia por conta da estruturação de uma nova equipe, os resultados entregues sempre dentro dos prazos e atendendo aos requisitos exigidos atestam o comprometimento do time em entregar uma solução funcional, completa e de fácil usabilidade. Com a conclusão deste projeto, acreditamos que atendemos às expectativas de todos e esperamos, inclusive, que as tenhamos superado, por fim podemos dizer que os



integrantes estão satisfeitos com os resultados alcançados, principalmente devido ao aprendizado e autodesenvolvimento que este projeto os propiciou.

6. REFERÊNCIAS

<https://panoramafarmaceutico.com.br/2019/05/20/50-das-vacinas-sao-perdidas-por-falhas-na-cadeia-logistica-segundo-onu/> (Acesso em 14.Out.2020).

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf> (Acesso em 14.Out.2020).

[http://www.vacinas.org.br/vacinas44.htm#:~:text=14\)%20O%20term%C3%B4metro%20de%20m%C3%A1xima,2%20a%20%2B8%C2%B0C](http://www.vacinas.org.br/vacinas44.htm#:~:text=14)%20O%20term%C3%B4metro%20de%20m%C3%A1xima,2%20a%20%2B8%C2%B0C). (Acesso em 14.Out.2020).

<https://www.biologianet.com/saude-bem-estar/vacinas.htm> (Acesso em 14.Out.2020).

<https://www.vidadesilicio.com.br/arduino-uno-r3> (Acesso em 14.Out.2020).

<https://www.baudaeletronica.com.br/sensor-de-temperatura-lm35.html> (Acesso em 14.Out.2020).



7. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Para maiores informações não presentes neste manual, dúvidas, críticas ou sugestões, por favor entre em contato através dos meios a seguir:

Tel.: (11) 2384-0732.

E-mail: suporte@vaccinus.com.br

Suporte: <https://vaccinushelp.zendesk.com>

