

**Universidade Católica de Santos**

**Planejamento de Projeto e Desenvolvimento do Sistema  
Nervo Óptico Artificial**

Santos  
2023

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**TRABALHO DISCENTE EFETIVO 6º SEMESTRE**  
Planejamento do projeto - NOA - Engenharia de Software

Trabalho Discente Efetivo  
apresentado ao curso de  
Ciência da Computação da  
Universidade Católica de  
Santos como instrumento de  
avaliação para as disciplinas  
do 6º Semestre.

**Arthur Henrique Silva  
Eric Shiraishi de Freitas  
Gabriel Ferreira  
Gabriel Carvalho Santana  
Vitor Cordeiro Paes Prieto**

Santos  
2023

**Autores do documento:**

Nome	E-mail
Arthur Henrique Silva	arthur.silva@unisantos.br
Eric Shiraishi de Freitas	eric.freitas@unisantos.br
Gabriel Ferreira	gabrielferreira@unisantos.br
Gabriel Carvalho Santana	gabriel.carvalho@unisantos.br
Vitor Cordeiro Paes Prieto	vitor.c.prieto@unisantos.br

**Histórico de Versões:**

Versão	Data	Descrição
0.1	07/05/2023	Criação do arquivo e formatação inicial. Definição prévia do sistema.
0.5	15/05/2023	Definição dos requisitos funcionais e não-funcionais.
0.7	16/05/2023	Formatação e revisão dos requisitos.
1.0	17/05/2023	Complemento de requisitos.
1.1	20/05/2023	Adição de aspectos arquiteturais, técnicas e tecnologias e descrição ampliada dos objetivos.
1.2	21/05/2023	Refinamento da arquitetura, inclusão de protótipos de tela.
1.3	29/05/2023	Modelo inicial de autenticação e autorização de usuários.
1.5	07/06/2023	Complementos e correções para a geração de relatórios.
1.7	23/09/2023	Estrutura analítica do projeto, gastos e andamento do projeto.
1.8	27/09/2023	Correção do cronograma.
1.9	05/11/2023	Adicionando planilha de risco, mapeamento T-shirt e acompanhamento de tarefas realizadas até o presente momento.
2.0	28/11/2023	Adicionando evidências das etapas realizadas.

## Sumário

1.0 Introdução.....	5
2.0 Objetivos.....	5
2.1 Objetivos gerais.....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
3.0 Requisitos.....	6
3.1 Requisitos Funcionais.....	6
3.2 Requisitos Não Funcionais.....	8
4.0 Arquitetura.....	9
4.1 Estrutura analítica do projeto.....	11
4.2 Autenticação e autorização de usuários.....	12
5.0 Técnicas e Tecnologias.....	12
6.0 Riscos e esforços.....	13
7.0 Desenvolvimento do projeto, custos, estimativas atuais e acompanhamento de etapas realizadas.....	13
8.0 - Interações e expectativas do P.O.....	13
9.0 - Resultados obtidos até o momento.....	14
10.0 - Aprendizado dos alunos.....	17
11.0 - Valor entregue à sociedade.....	17
12.0 - Conclusão.....	17
Bibliografia.....	18

## **1.0 Introdução**

Diante do avanço tecnológico e das diversas oportunidades e automatizações criadas pela área da computação, hoje existem diferentes formas de se agregar valor a partir de dados cotidianos, fator facilitado ainda mais pelas ferramentas e linguagens utilizadas atualmente, como Python e suas diversas bibliotecas, as quais englobam campos como inteligência artificial, processamento de imagens, cálculos estatísticos, etc.

Diante disso, o presente documento especifica os requisitos do software “NOA” - Nervo Óptico Artificial -, um programa o qual objetiva a análise de dados do comércio JM Materiais de construção a partir de imagens por meio de técnicas de visão computacional e machine learning, para geração de relatórios e previsões.

## **2.0 Objetivos**

O presente software tem como objetivo o levantamento de dados para o auxílio administrativo e técnico de uma loja de materiais de construção, por meio da produção de informações como contagem de pessoas, e análise para decisões futuras envolvendo o fluxo de compra de mercadorias em determinados períodos de tempo, bem como previsão e expectativa de clientes para dias futuros com base em dados passados. Para a visualização dos dados, dashboards em diferentes aspectos e formas serão utilizadas.

### **2.1 Objetivos gerais**

Como supramencionado, o software NOA tem como objetivo geral - por meio de técnicas de aprendizado de máquina e de visão computacional - a obtenção de informações a partir de dados presentes no cotidiano de um estabelecimento e utilizá-las para fornecer uma visão mais detalhada do negócio, bem como possibilitar a implementação de técnicas de previsão.

### **2.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, temos as seguintes vertentes:

- Captura de informações: Por meio de visão computacional e dados de conhecimento geral, como data, dia da semana e horário;
- Geração de relatórios e dashboards: Criação com base nas informações obtidas;
- Relatórios e dashboards de previsão: Adquiridos com base em aprendizado de máquina e utilizando como base o dataset criado e atualizado com o software de captura de informações.

### 3.0 Requisitos

A seguir estão definidos os requisitos funcionais e não funcionais para o software em desenvolvimento, criados a partir de sessões de brainstorming com os integrantes do grupo e uma entrevista com o P.O.

#### 3.1 Requisitos Funcionais

[RF-01] Contagem do fluxo de pessoas	
Prioridade	Essencial
Descrição	Captura diária do número de pessoas que visitaram o estabelecimento e horários. Diferentes arquiteturas para o processamento das imagens serão testadas (ResNET, VGG, Inception, AlexNET, YOLO, etc). A criação das arquiteturas será feita com TensorFlow, Pytorch ou Darknet.
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmeras instaladas no estabelecimento.</li> </ul>
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-03]

[RF-02] Sistema de captura de informações	
Prioridade	Essencial
Descrição	Captura diária de informações como dia da semana, mês, ano, feriado, clima, quantidade de pessoas que entraram no comércio, etc, para o armazenamento e para a geração de análises e previsões.
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmeras instaladas no estabelecimento;</li> <li>• Sistema de contagem de pessoas.</li> </ul>
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-03]

[RF-03] Banco de dados para o armazenamento de dados	
Prioridade	Desejável
Descrição	Armazenamento de informações capturadas por meio das imagens gravadas, essencial para o treinamento do modelo de predições. Desejável, pois pode ser um simples sistema de arquivos no diretório de instalação.
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmeras instaladas no estabelecimento;</li> <li>• Sistema de contagem de pessoas;</li> <li>• Sistema de captura de informações.</li> </ul>
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-02], [RNF-03]

[RF-04] Geração de predições	
Prioridade	Importante
Descrição	Geração de predições com base nos dados acumulados.
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de captura de informações.</li> </ul>
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-03], [RNF-04]

[RF-05] Geração de relatórios	
Prioridade	Essencial
Descrição	Geração de relatórios semanais e diários com as informações adquiridas e, desejavelmente, predições obtidas.
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de captura de informações;</li> <li>• Geração de predições.</li> </ul>
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-03]

[RF-06] Geração de Dashboards	
Prioridade	Importante
Descrição	Geração de dashboards a partir dos relatórios criados.
Pré-condições	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de relatórios.</li> </ul>
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-03]

[RF-07] Sistema de autenticação de usuário	
Prioridade	Importante
Descrição	Possibilidade de criar e recuperar usuários para o acesso do software. O cadastro será feito com nome de usuário, senha e e-mail.
Pré-condições	
Requisitos não-funcionais relacionados	[RNF-01], [RNF-03], [RNF-05]

### 3.2 Requisitos Não Funcionais

[RNF-01] Conformidade com as leis vigentes	
Descrição	Conformidade com a lei geral de proteção dos dados LGPD e leis de privacidade quanto ao uso de imagens de clientes em estabelecimentos.

[RNF-02] Exclusão automática de informações	
Descrição	Excluir as imagens e os registros do banco de dados a partir de um determinado período pré determinado, para sanar eventuais problemas de armazenamento.



[RNF-03] Compatibilidade do programa	
Descrição	O programa deve ser compatível com o sistema operacional Windows 8 (e superior).

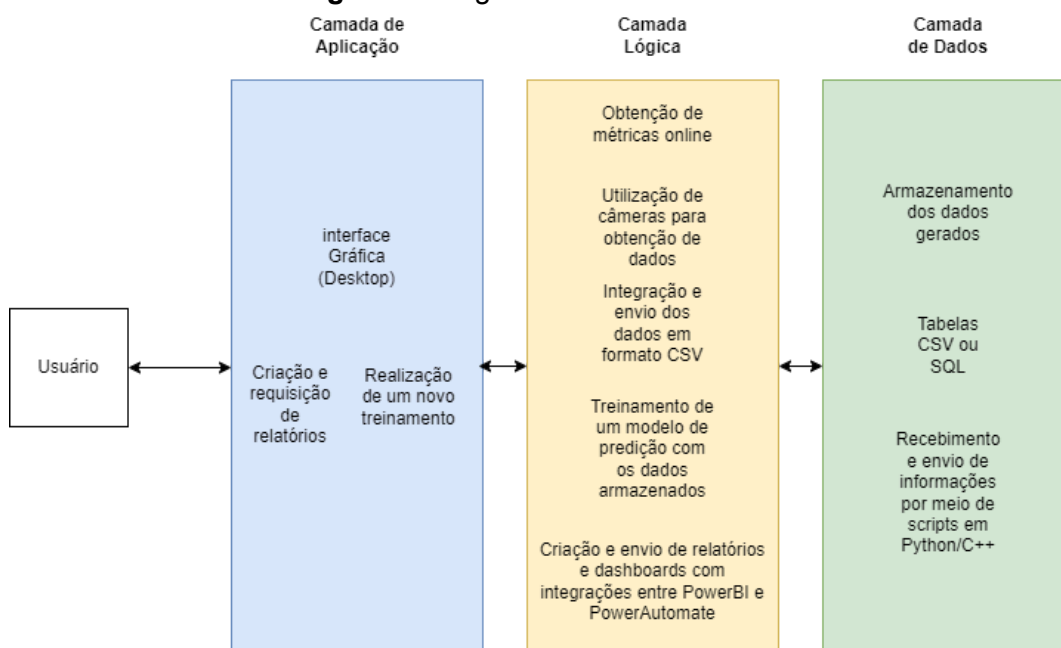
[RNF-04] Integração com a nuvem	
Descrição	Integração para a possibilidade de treinamentos em nuvem e transferência do arquivo final.

[RNF-05] Geração de senhas temporárias e encaminhamento de e-mails	
Descrição	Geração de senhas temporárias aos usuários cadastrados no programa e possibilidade de enviá-las aos seus e-mails cadastrados.

#### 4.0 Arquitetura

A arquitetura geral idealizada até o momento para o NOA consiste na junção de diferentes funcionalidades e aspectos desejados pelo P.O. em um único software, com o seguinte funcionamento:

**Figura 1:** Diagrama de três camadas



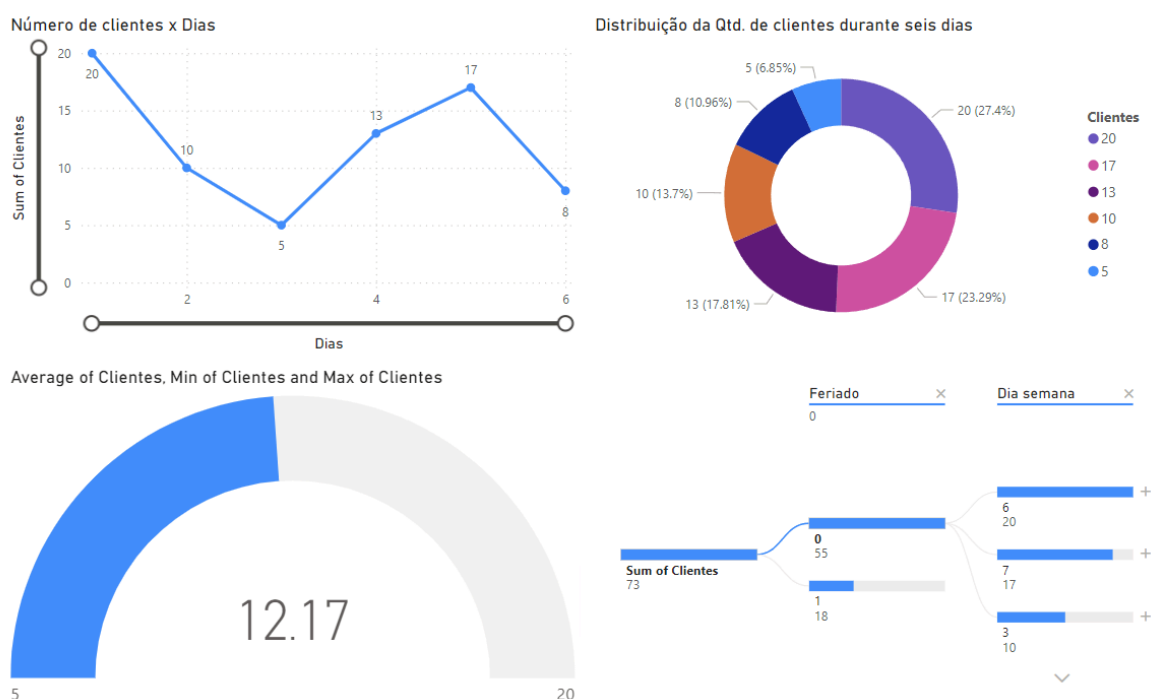
Fonte: Autores.

Ainda tratando-se do diagrama acima, a seguir estão os aspectos-chave e as relações propostas:

- Um software com uma interface gráfica para a solicitação de geração e requisição de relatórios e dashboards, bem como configurações relacionadas ao produto e visualização de métricas passadas, instalado no computador do cliente;
- Comunicação com a nuvem para a execução remota de código, tanto para as solicitações de relatórios quanto para a obtenção de novos dados, usados como base dos relatórios (adquiridos por visão computacional e métricas online, como data e clima).

A seguir, exemplos de protótipos de gráficos e dashboards a serem implementadas no projeto por meio de integrações com o software PowerBI:

**Figura 2:** Protótipo de gráficos e dashboards.



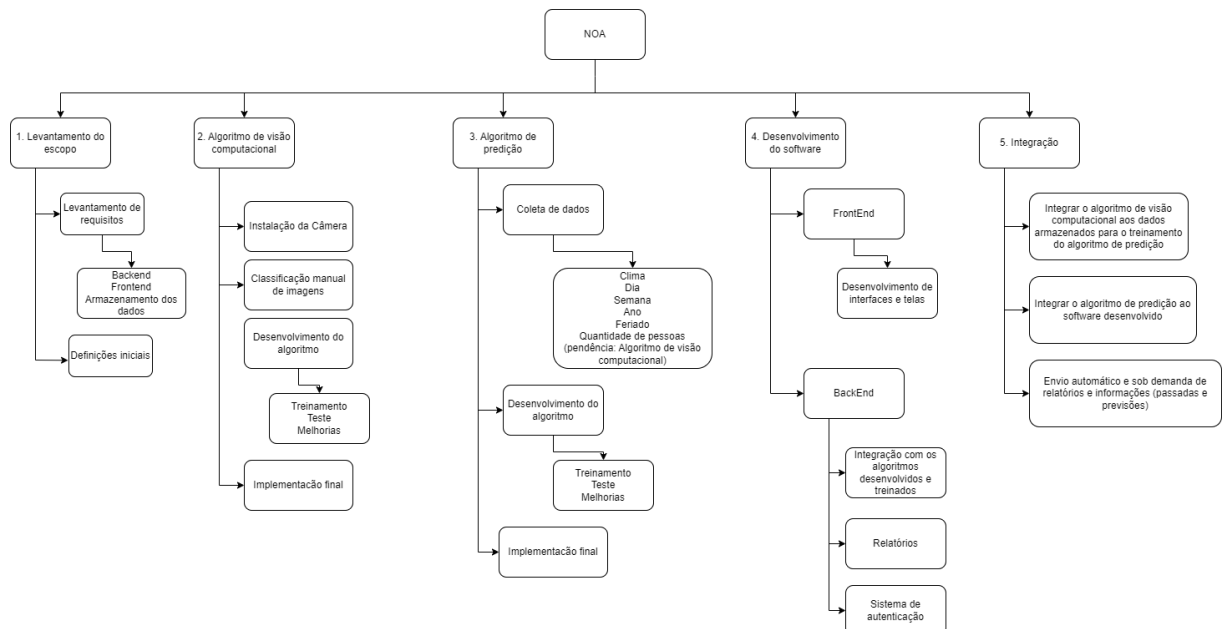
Fonte: Autores.

#### 4.1 Estrutura analítica do projeto

Para o desenvolvimento do projeto, dividimo-lo em subconjuntos de tarefas semelhantes, conforme explicado abaixo:

1. **Levantamento do escopo:** Concentramo-nos nesta etapa no início do projeto, com definições gerais acerca da sua estrutura, seu planejamento e o levantamento de requisitos inicial, o qual ainda poderá sofrer modificações conforme avançamos para as próximas fases de desenvolvimento;
2. **Algoritmo de visão computacional:** Indispensável para a contagem de pessoas no estabelecimento; dado utilizado a posteriori para o treinamento do algoritmo de predição. Após a instalação da câmera no local, realizamos agora a rotulação manual das imagens, passo necessário para a criação do algoritmo de visão computacional;
3. **Algoritmo de predição:** Utilizará dados como o clima, dia da semana, mês, temperatura, indicadores de feriado e fluxo de pessoas na loja (adquirido no passo anterior) para a predição desse mesmo fluxo para os próximos dias;
4. **Desenvolvimento do software:** Software o qual comporta as informações gerais do projeto; programa de computador a ser instalado na máquina do Project Owner. Este software deverá produzir relatórios periódicos e sob demanda (os quais são o principal objetivo do projeto, podendo também apresentar informações geradas por predições, caso o passo anterior seja totalmente implementado);
5. **Integração:** Passo impreterível para a finalização do projeto; engloba integrações entre BackEnd, FrontEnd, envio de informações retiradas do algoritmo de visão computacional para o uso em relatórios, etc.

**Figura 3:** Estrutura analítica do projeto.



Fonte: Autores.

Link da figura acima em alta resolução:

<https://drive.google.com/file/d/1uW7gFViUnDagixzJ2jIV6IEWRpqD7a63/view?usp=sharing>

## **4.2 Autenticação e autorização de usuários**

Diante do contexto apresentado, e da produção de relatórios e métricas sensíveis ao estabelecimento, faz-se necessária a implementação de um sistema de autenticação de usuários no software a ser instalado na máquina do cliente, para mitigar e prevenir acessos indesejáveis.

Deste modo, inicialmente haverá tabelas Hash em um banco de dados externo as quais serão acessadas para comparação com usuário, senha e e-mail cadastrados, designados primeiramente ao Project Owner, o qual possuirá maiores poderes administrativos, e terá possibilidade de criar demais usuários para outros funcionários do comércio.

Para eventuais recuperações de senhas, haverá a possibilidade de recebê-las por e-mail, de modo a requisitar a restauração das credenciais na tela inicial do programa, o qual pedirá confirmação do endereço de e-mail ligado ao nome de usuário (verificação não case-sensitive) e enviará uma mensagem ao endereço contendo uma nova senha temporária e os procedimentos para a sua alteração dentro do próprio software.

## **5.0 Técnicas e Tecnologias**

Como técnicas a serem empregadas, teremos o campo da inteligência artificial, em forma de modelos de aprendizado de máquina (majoritariamente redes neurais e árvores de decisão), para o processo de predição, e algoritmos de visão computacional, utilizados com o objetivo de reconhecer pessoas nas filmagens do estabelecimento e contabilizá-las, adicionando essa métrica às demais (dia da semana, dia do mês, feriado, clima, etc).

Tratando-se das tecnologias utilizadas, o desenvolvimento do software será realizado em Python e C/C++, contando com o uso de bibliotecas de ambas linguagens, como Numpy e matplotlib para tratamento, operações matemáticas e eventual disposição de dados, Pytorch, Scikit-learn, Tensorflow, Keras, DarkNet, openCV, SimpleCV, Caffe e Detectron2 para a implementação de modelos de inteligência artificial na etapa de predição e procedimentos de visão computacional para a obtenção de informações a partir das câmeras de segurança instaladas no local.

Ademais, buscaremos formas de integrar o programa com ferramentas como PowerBI e Power Automate para a criação e automação do envio de relatórios. Caso não seja possível, eles podem ser confeccionados de outras maneiras, como no próprio código em Python, com o auxílio de bibliotecas como matplotlib e seaborn. A utilização de serviços de nuvem de fornecedores como Azure também é considerada para o projeto, para a possibilidade de executar código remotamente.

## 6.0 Riscos e esforços

Pela complexidade do presente projeto, alguns riscos foram identificados em suas etapas de desenvolvimento, os quais nos incentivaram a criar uma “Planilha de Risco”, além de um esboço geral de atividades com base no modelo T-shirt sizing, emulando as áreas anteriormente definidas na idealização da “Estrutura analítica do projeto”.

Para um bom desenvolvimento do projeto, ambos documentos precisam ser considerados com cuidado, levando em consideração as estipulações de esforço e tempo para cada aspecto mapeado; atualizando-os se necessário. Ambos são disponibilizados nos seguintes endereços: [x NOA - T-Shirt\\_Sizing.xlsx](#)

[+ Planilha de Risco - NOA](#) .

## 7.0 Desenvolvimento do projeto, custos, estimativas atuais e acompanhamento de etapas realizadas

Seguindo os passos anteriormente descritos durante a estrutura analítica do projeto, temos uma baseline para o desenvolvimento do algoritmo de visão computacional; durante os últimos meses, paralelamente avançamos na rotulagem das imagens capturadas pela câmera instalada na loja de materiais de construção (por volta de 13 mil imagens manualmente classificadas) e no FrontEnd do futuro programa, com a pesquisa e o aprendizado de técnicas e bibliotecas importantes para essa tarefa em Python.

Atualmente a etapa de rotulamento de imagens foi concluída, e iniciamos o desenvolvimento do algoritmo de visão computacional, que é o processo posterior ao rotulamento manual e principal consumidor de recursos e esforços pelos próximos meses. Paralelamente, parte do grupo continua desenvolvendo o FrontEnd e as telas do projeto, pesquisando referências bibliográficas e modelos a serem seguidos.

Com as imagens já classificadas de acordo com a quantidade de pessoas, e com a API responsável pela buscas de dados climáticos já disponíveis, podemos agora avançar na confecção dos algoritmos preditivos, iniciando o desenvolvimento e o treinamento do algoritmo de visão computacional, que será utilizado em conjunto aos dados da API, como data, clima e temperatura para trabalhar na implementação do algoritmo de predição. Por fim, tendo ambos em mãos, poderemos integrá-los ao FrontEnd atualmente em desenvolvimento, focando em seu BackEnd.

## 8.0 - Interações e expectativas do P.O

O P.O acompanha o projeto desde o início, já que o mesmo foi idealizado com seu auxílio; ele participou da escolha da câmera de segurança e de seu posicionamento no estabelecimento, além de ajudar em sua configuração, acrescentando-a na rede local do comércio, que já possuía outras câmeras de segurança, sistemas de alarme e detecção de raios infravermelho em determinadas áreas no período noturno. Ademais, as expectativas são positivas e o software será utilizado para auxiliar na contratação de futuros funcionários, decisão de escalas de trabalho, além de estimar os melhores horários para visitas de fornecedores e do

recebimento de mercadorias (tarefas as quais no momento são feitas de forma empírica).

#### **9.0 - Resultados obtidos até o momento**

Até o presente momento algumas partes do projeto já foram concluídas, possibilitando o início de novas etapas que dependiam das primeiras. A câmera foi instalada (Figura 4) e configurada, permitindo a visualização e gravação do ambiente de forma remota 24 horas por dia. Além disso, as imagens captadas já foram classificadas, o que permite a criação do algoritmo contador de pessoas. Na figura 5 há os diretórios, enquanto a figura 6 possui as imagens classificadas (cerca de 17 mil). Além do mais, a API com as informações climáticas que serão utilizadas também está pronta e funcionando (figura 7).

**Figura 4:** Câmera instalada no ambiente.



Fonte: Autores

Figura 5: Diretórios das imagens.

Meu Drive > NOA > images

Nome	Proprietário	Última modificação	Tamanho do
0	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
1	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
2	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
3	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
4	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
5	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
6	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
7	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
8	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
9	eu	20 de ago. de 2023 Vitor C...	
no_label_images	eu	14 de ago. de 2023 eu	

Fonte: Autores

Figura 6: Diretório com as imagens de duas pessoas no ambiente.

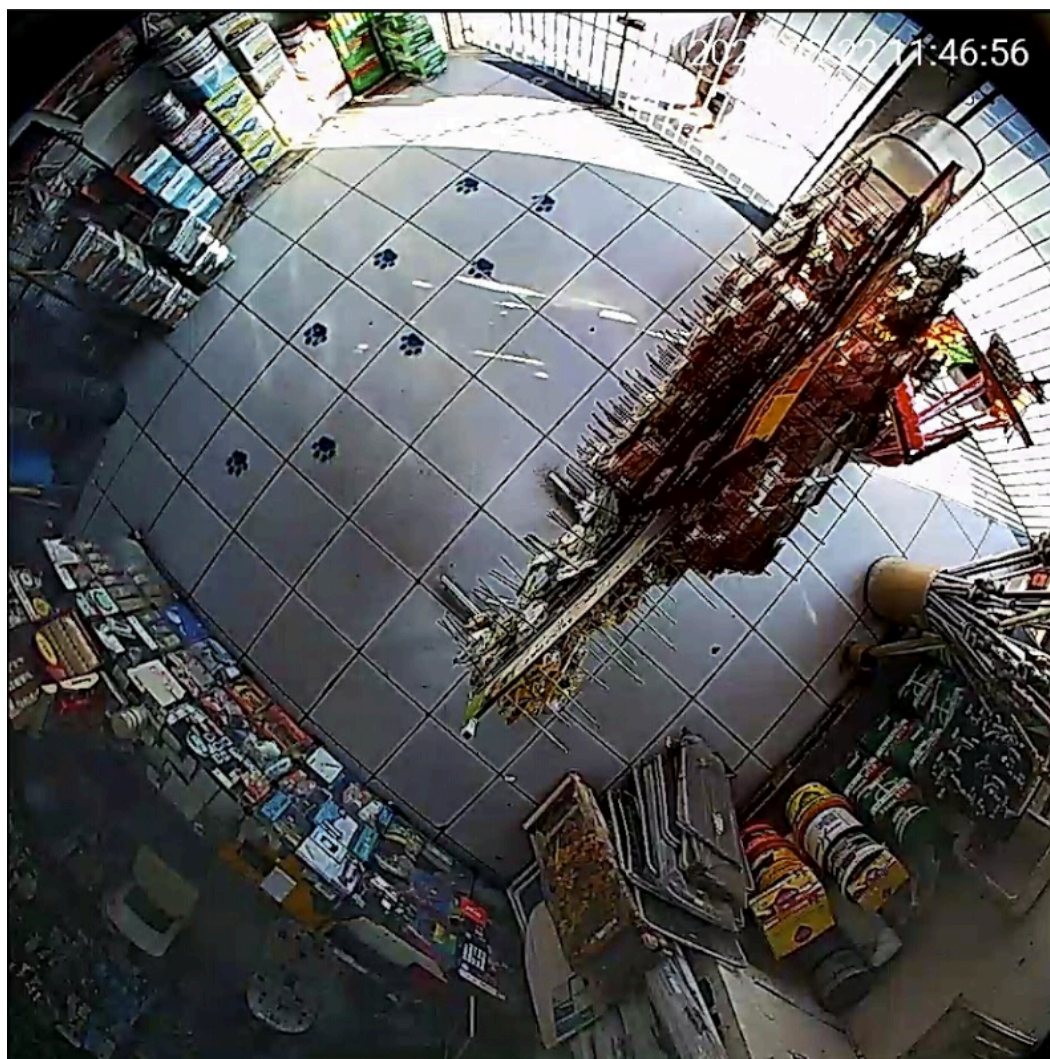
... > images > 2

Nome	Proprietário	Última modificação	Tamanho do
20230822114110_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	796 KB
20230822114114_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	786 KB
20230822114116_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	807 KB
20230822114117_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	798 KB
20230822114118_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	802 KB
20230822114718_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	810 KB
20230822114719_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	812 KB
20230822115750_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	824 KB
20230822115751_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	824 KB
20230822115753_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	823 KB
20230822121016_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	792 KB
20230822121017_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	785 KB
20230822121018_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	786 KB
20230822121019_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	792 KB
20230822121020_58377545_screenshot_2.jpg	eu	22 de ago. de 2023 eu	772 KB

Fonte: Autores



**Figura 7:** Exemplo de uma das imagens capturadas pela câmera.



Fonte: Autores

**Figura 8:** Exemplo de output da API com dados climáticos.

```
print('Descrição de clima: ' + informations['weather'][0]['description'])
print('Temperatura mínima do dia: ' + str(round(informations['main']['temp_min']-273, 1)) + ' °C')
print('Temperatura máxima do dia: ' + str(round(informations['main']['temp_max']-273, 1)) + ' °C')
print('Sensação térmica: ' + str(round(informations['main']['feels_like']-273, 1)) + ' °C')
print('Umidade do ar: ' + str(informations['main']['humidity']) + '%')
print('Porcentagem de nuvens cobrindo o céu: ' + str(informations['clouds']['all']) + "%")
print('Velocidade do vento na região: ' + str(round(informations['wind']['speed']*3.6, 2)) + ' km/h')
print('Data: ' + str(time_info.day) + '/' + str(time_info.month) + '/' + str(time_info.year))
print('Hora: ' + hour + ':' + str(time_info.minute) + ':' + str(time_info.second))
print('Dia da semana: ' + name_of_day[int(day)])
```

Descrição de clima: algumas nuvens  
Temperatura mínima do dia: 28.2 °C  
Temperatura máxima do dia: 29.2 °C  
Sensação térmica: 36.2 °C  
Umidade do ar: 93%  
Porcentagem de nuvens cobrindo o céu: 12%  
Velocidade do vento na região: 4.39 km/h  
Data: 1/12/2023  
Hora: 21:20:47  
Dia da semana: Quinta

Fonte: Autores



### **10.0 - Aprendizado dos alunos**

Até o momento aprendemos muito, em especial o quão complexo e minucioso é o processo de desenvolvimento de um software (análise de requisito, compreensão do projeto, análise de risco, tomada de decisões etc), que além das peculiaridades inerentes ao projeto, ainda necessitam satisfazer as necessidades e vontades do PO. Em termos técnicos, aprendemos a consumir APIs, estudamos novas técnicas de Machine Learning que serão utilizadas nas próximas etapas e colocamos em prática conhecimentos estudados nas matérias de redes de computadores I e II.

### **11.0 - Valor entregue à sociedade**

O projeto será de uso privado, porém, seus benefícios trarão um melhor atendimento aos clientes do comércio JM Materiais de construção, que em geral são pessoas de baixa renda das comunidades próximas ao estabelecimento.

### **12.0 - Conclusão**

Até o momento o projeto está com um ritmo de desenvolvimento aceitável, apesar de termos investido mais tempo do que anteriormente planejado na etapa de classificação de imagens, a qual se mostrou uma tarefa custosa e demorada, o grupo conseguiu progredir bem; o PO está satisfeito com o progresso e planeja utilizar do software para modificações no comércio.

**Bibliografia**

Amazon. **O que é diagramação de arquitetura?** Disponível em: [O que é Diagramação de arquitetura? — Explicação de Diagramação de arquitetura de software e sistema — AWS \(amazon.com\)](#);

Artia. WBS. **Entenda como e porque utilizar uma estrutura analítica de projeto.** Disponível em: [WBS: o que é e como criar a Estrutura Analítica do Projeto em 4 etapas \(artia.com\)](#);

IBM. **O que é arquitetura de três camadas?** Disponível em: [O que é arquitetura de três camadas \(tiers\) | IBM](#);

Microsoft. **Azure Products.** Disponível em: [Directory of Azure Cloud Services | Microsoft Azure](#).