



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
**UNIDADE ARAXÁ**

**RYLDER TULIO ALVES DE OLIVEIRA**

**FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA IMPLANTAÇÃO DE POSTOS DE**  
**SERVIÇOS AUTOMOTIVOS**

**ARAXÁ/MG**

**2022**

**RYLDER TULIO ALVES DE OLIVEIRA**

**FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA IMPLANTAÇÃO DE POSTOS DE  
SERVIÇOS AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Resende Mattioli

Coorientador: Prof. Dr. Mateus Antunes Oliveira Leite

**ARAXÁ/MG**

**2022**

**RYLDER TULIO ALVES DE OLIVEIRA**

**FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA IMPLANTAÇÃO DE POSTOS DE  
SERVIÇOS AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá,  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Automação Industrial

Araxá, 15 de julho de 2022

**BANCA AVALIADORA**

---

Leandro Resende Mattioli, Dr.  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Aline Fernanda Bianco Mattioli  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Luis Paulo Fagundes  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

## RESUMO

A ideia do projeto surgiu devido à demanda de pequenas redes de postos de combustíveis e postos individuais, por aplicações que buscam facilitar o processo de implantação de um posto de combustível. A escolha do local para instalar um posto de combustível quando mal feita, pode causar o insucesso da operação já nos primeiros anos de atividade. Além disso, para realizar uma consultoria completa que analisa uma região, encontra alguns pontos ideais e auxiliar o empreendedor no processo de implantação, é gasto muito tempo e dinheiro. Portanto, o trabalho propõe um método que facilita o processo de análise regional para encontrar a melhor localização para um posto, visando baixo custo e fácil utilização. Esta aplicação encontra um conjunto de pontos aspirantes à melhor local para instalação de um novo posto, baseando-se em fatores geográficos e econômicos de estabelecimentos de uma determinada região. O sistema elaborado é parametrizável para atender as peculiaridades de cada usuário, no entanto, possui uma configuração padrão baseada na opinião de especialistas em postos de combustível de todo o Brasil. O projeto pode ser utilizado em qualquer momento durante a fase de amadurecimento da ideia e implantação do posto, desde a fase inicial, para descobrir quais as melhores regiões, até a tomada de decisão para escolher o melhor ponto dentre uma lista de selecionados previamente.

**Palavras-chave:** Posto. Localização. Implantação. Software.

## **ABSTRACT**

The idea of the project arose due to the demand from small networks of gas stations and individual gas stations for applications that seek to optimize the process of setting up a gas station. The choice of the location to install a gas station when not properly done can cause the failure of the operation already in the first years of activity. Moreover, to perform a complete consultancy that analyzes a region finds some ideal points, and helps the entrepreneur in the implementation process takes a lot of time and money. Therefore, this work proposes a method that facilitates the process of regional analysis to find the best location for a gas station, aiming at low cost and ease of use. This application finds a set of points aspiring to the best location for the installation of a new gas station, based on geographical and economic factors of establishments in a given region. The system developed can be parameterized to meet the peculiarities of each user, however, it has a standard configuration based on the opinion of experts in gas stations throughout Brazil. The project can be used at any time during the maturation phase of the idea and implementation of the gas station, from the initial phase, to find out the best regions, to the decision-making process to choose the best point among a list of previously selected ones.

**Keywords:** Gas station. Location. Implementation. Software.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pirâmide representando a prioridade dos critérios. ....	23
Figura 2 – Divisão de Araxá em partes iguais. ....	27
Figura 3 – Região intermediária. ....	28
Figura 4 – Divisão de opiniões sobre a divisão das categorias. ....	34
Figura 5 – Divisão de opiniões sobre o posto concorrente ser uma ameaça. ....	35
Figura 6 – Divisão de opiniões sobre a inserção de um ponto de estabelecimentos futuros. .....	36
Figura 7 – Os 3 melhores pontos da busca segmentada. ....	43
Figura 8 – Os 4 melhores pontos encontrados na busca completa com peso médio, apresentados no mapa. ....	44
Figura 9 – Pior ponto encontrado na busca completa com peso médio, apresentado no mapa. ....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de sequência de prioridade.....	23
Tabela 2 - Exemplo de sequência de nível de ameaça dos concorrentes. ....	24
Tabela 3 – Sequência de prioridade definida pelos especialistas .....	32
Tabela 4 – Pesos médios.....	33
Tabela 5 – Parâmetros para busca geral. ....	37
Tabela 6 – Resultado do processamento da busca completa com peso médio.....	38
Tabela 7 – Resultado ordenado do processamento da busca completa com peso médio. .....	39
Tabela 8 – Pesos individuais de acordo com os pesos do entrevistado E5. ....	40
Tabela 9 – Resultado ordenado do processamento da busca geral com pesos individuais. .....	41
Tabela 10 – Parâmetros para busca regional. ....	42
Tabela 11 - Resultado ordenado do processamento da busca completa com peso médio. .....	42
Tabela 12 - Notas dos pontos candidatos adicionados na busca segmentada. ....	43

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Peso dos critérios do modelo indexado.....	16
Quadro 2 - Tipos por categoria.....	21

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AG	<i>Algoritmo Genético</i>
GIS	<i>Sistema Geográfico de Informação</i>
AHP	<i>Processo Hierárquico Analítico</i>
API	<i>Interface de Programação de Aplicativos</i>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	14
2.1	Fatores.....	14
2.1.1	Fatores geográficos .....	14
2.1.2	Fatores econômicos .....	15
2.2	Modelos .....	15
2.2.1	Modelo indexado .....	15
2.2.2	GIS e Algoritmo Genético .....	16
2.2.3	Análise multicritério .....	17
3	METODOLOGIA .....	18
3.1	Pesquisa bibliográfica .....	18
3.2	Levantamento e modelagem dos dados .....	18
3.2.1	Aquisição de dados .....	19
3.2.2	Definição dos pesos .....	22
3.2.3	Levantamento adicional.....	24
3.3	Resposta da API.....	25
3.4	Nota isolada .....	26
3.5	Aplicação do Método.....	27
3.6	Pontos adicionais .....	29
3.7	Desenvolvimento Software.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	31
4.1	Resultados das entrevistas .....	31
4.1.1	Apuração dos pesos .....	32
4.1.2	Divisão das categorias .....	34
4.1.3	Presença de concorrentes .....	35
4.1.4	Ponto de estabelecimento futuro.....	35

4.1.5	Sugestões e críticas .....	37
4.2	Resultados do processamento .....	37
4.2.1	Busca completa - Peso médio .....	37
4.2.2	Busca completa – Peso individual .....	40
4.2.3	Busca regional .....	41
4.2.4	Pontos candidatos .....	43
4.3	Discussões.....	44
5	CONCLUSÃO .....	46
	REFERÊNCIAS .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Face à instabilidade cada vez maior do contexto empresarial, provocada pela incerteza e inovação constantes e pela globalização dos mercados e da concorrência, a informação assume-se como um recurso cada vez mais importante para a gestão das organizações (FERNANDO, 2015). O uso inteligente desses recursos proporciona um direcionamento na tomada de decisão já no início das atividades de uma empresa.

Para Oetomo e Sesulihatien (2012), a escolha do melhor local para a implantação de um posto é uma decisão de extrema importância para a sustentabilidade empresarial, visto que, a escolha mal feita de seu local de instalação pode levá-la ao insucesso em um curto período de tempo.

A definição do melhor local para se instalar um novo posto é uma parte fundamental para a gestão estratégica de implantação, uma vez que, “após a implantação de uma empresa no local determinado e início de suas operações, raramente acontece uma realocação, uma vez que os custos para realocação são muitas vezes maiores que o investimento inicial e afetam toda a companhia” (ZAINAB ET AL, 1996 apud SEMIH; SEYHAN, 2011).

Com relação ao mercado de postos de combustíveis, “os problemas de seleção do local envolvem vários fatores quantitativos e qualitativos, como o número de outros postos na área, direções de tráfego, composição social da área residencial circundante [...]” (SEMIH; SEYHAN, 2011).

Para entender quais fatores e como eles influenciam na nova localização de um posto de combustível, Semih e Seyhan (2011) aplicaram uma pesquisa utilizando o processo hierárquico analítico (AHP, do inglês *Analytic Hierarchy Process*). Trata-se de uma técnica estruturada para organizar e analisar decisões complexas, baseadas em matemática e psicologia (SANTOS, 2017).

Ainda segundo Semih e Seyhan (2011), a estrutura hierárquica do AHP pode medir com sucesso a importância relativa dos critérios e subcritérios de avaliação em acordo com as opiniões agregadas de especialistas.

Conforme Oetomo e Sesulihatien (2012), esses fatores podem ser classificados em duas condições físicas: reais e de análise. As físicas reais são as condições do terreno, distância entre o posto e a rodovia, tamanho do lote, entre outros. As físicas de análise, por outro lado, consistem na condição física obtida a partir da análise da população, fator de vizinhança e análise de concorrentes.

No contexto do fator geográfico, é esperado que ele “suporte o ciclo de vida do posto, considerando a acessibilidade e nível de conforto do negócio” (OETOMO; SESULIHATIEN, 2012). Portanto, a escolha assertiva da melhor localização para a instalação de um posto de combustível é feita por meio de estudos econômicos e geográficos da região em análise.

A execução de um método de análise completo é lenta e onerosa, devido a quantidade de dados a serem considerados, o que acaba fazendo com que pequenos e médios empreendedores escolham um local por afinidade ou análise simples dos centros comerciais.

O modelo indexado aplicado por Oetomo e Sesulihatien (2012) encontra uma região com um raio de 500 metros, considerando a quantidade de fatores físicos da área em análise. Em contrapartida, despreza a influência que certos estabelecimentos empregam a uma determinada região.

Este trabalho de pesquisa baseia-se na seguinte questão: é possível otimizar o tal modelo para encontrar o melhor local para instalar um posto de gasolina, através da análise de fatores socioeconômicos, com baixo custo e nível de complexidade?

Pressupõe-se que, atualmente, com a facilidade de acesso às informações seja possível criar um modelo alternativo, que solucione o referido problema, levando em consideração a influência dos estabelecimentos comerciais na área analisada. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é propor e avaliar um método alternativo para tomada de decisão na escolha da localização de um novo posto de atendimento, baseando-se no processo descrito por Oetomo e Sesulihatien (2012).

Dessa forma, o modelo propõe mapear os estabelecimentos da região analisada; qualificar estes estabelecimentos de acordo com seu nível de relevância para um posto; encontrar a melhor localização para implantação de um posto; determinar outros possíveis locais para implantação; fornecer pontos de consulta personalizados.

Esse texto está estruturado da seguinte forma:

- O capítulo 2 exibe o material base pelo qual estruturamos a pesquisa;
- No capítulo 3, é apresentado as etapas percorridas para o desenvolvimento do sistema;
- Os resultados são divulgados e discutidos no capítulo 4;
- Finalmente, as considerações finais são apresentadas no capítulo 5.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Em um contexto geral, muitas empresas “encerram suas atividades no primeiro ano de vida. Os empresários justificam-se dizendo que a carga tributária é alta, ou a economia está ruim. Mas o principal motivo é a falta de planejamento” (LEON, 2015). Esse planejamento faz-se necessário desde o início das atividades até o dia a dia de qualquer empresa.

Segundo Oetomo e Sesulihatien (2012), decisões erradas geralmente são difíceis e caras para superar, dessa forma, a escolha do local correto para a implantação pode ser fundamental para o sucesso de uma empresa. Para pessoas comuns, a seleção de um local pode ser fácil e instintiva, baseada apenas na intuição, mas para uma companhia, é de extrema importância e deve ser analisada cuidadosamente (BHUSHAN; TAYAL, 1979; BERMAN; EVANS, 1992 apud OETOMO; SESULIHATIEN, 2012).

Diante da importância da alocação empresarial, deve-se saber quais informações são significativas para fazer uma análise de qualidade e aplicar algum método que auxilie na tomada de decisão.

### **2.1 Fatores**

Para a instalação de um posto de combustíveis devem ser levados em consideração alguns aspectos econômicos e geográficos. Oetomo e Sesulihatien (2012) trataram esses dois fatores como física real, para os fatores geográficos e física analítica, para os fatores econômicos.

#### **2.1.1 Fatores geográficos**

Entende-se por fatores geográficos aqueles que dependem única e exclusivamente das condições físicas da área analisada. Podemos definir como fatores geográficos, o relevo do local, a distância entre o local desejado e as rodovias, área disponível para construção, dentre outros aspectos físicos.

### **2.1.2 Fatores econômicos**

Os fatores econômicos estão diretamente relacionados com o fluxo de capital e pessoas da região em análise. Ou seja, a quantidade de estabelecimentos próximos, a quantidade de pessoas que circulam diariamente naquela região, o tráfego automotivo, dificuldades com logística e empresas concorrentes.

## **2.2 Modelos**

A decisão de quais fatores serão escolhidos deve estar alinhada com o nível de detalhamento dos dados e com o capital disponível para investimento em pesquisa.

Sabendo quais dados serão utilizados, é preciso processar esses dados dentro de um modelo, a fim de transformar esses dados em informações relevantes para a tomada de decisão.

### **2.2.1 Modelo indexado**

Com a ideia de encontrar o melhor local para instalação de um posto de combustíveis, Oetomo e Sesulihatien (2012) aplicaram um método chamado modelo indexado o qual aplicava um peso para cada região, baseada em oito critérios e cada critério tinha seu peso característico. O Quadro 1 apresenta estes critérios e seus respectivos pesos.

Quadro 1 - Peso dos critérios do modelo indexado.

Nº	Critério	Peso (%)
1	Número de centros comerciais dentro de um raio de 500 metros	13
2	Número de casas dentro de um raio de 500 metros	8
3	Número de centros educacionais dentro de um raio de 500 metros	9
4	Número de centros financeiros dentro de um raio de 500 metros	10
5	Número de centros sociais dentro de um raio de 500 metros	9
6	Número de postos dentro de um raio de 500 metros	20
7	Distância do semáforo mais próximo	15
8	Área disponível	16
Total		100

Fonte: (OETOMO e SESULIHATIEN, 2012).

Esse modelo foi aplicado na cidade de Surabaya, Indonésia, e foi dada uma nota para cada região com um raio de 500 metros. Essa nota foi chamada de “index” (índice). Os índices eram definidos por meio do produto entre o peso de cada critério analisado e a quantidade de itens em cada critério.

As regiões com maiores índices eram então consideradas como mais propícias ao sucesso empresarial do posto de combustíveis do que as regiões com menores notas.

### 2.2.2 GIS e Algoritmo Genético

Handayanto, Gunarti e Herlawati (2015), por outro lado, optaram por uma análise puramente espacial, analisando a área definida usando Sistema Geográfico de Informação (GIS), ferramenta muito utilizada para planejamento urbano e agrícola, em conjunto com algoritmo genético para encontrar o melhor local para instalação do posto de combustível na região de Bekasi, Indonésia.

A pesquisa foi dividida em 3 partes, a primeira responsável por criar a estrutura do projeto para ser aplicado em um modelo Web, a segunda, responsável por fazer o alinhamento das estradas da região analisada e a terceira e última parte, para aplicar o

algoritmo genético utilizando como função objetivo a distância Euclidiana entre o indivíduo e os pontos chaves da região analisada. Esses pontos chaves eram hospitais, escolas, instituições governamentais, dentre outros. Assim como no método do modelo indexado, esses pontos chaves tinham um peso que atuavam como um fator de correção.

### **2.2.3 Análise multicritério**

Tratando ainda de postos de combustíveis, Semih e Seyhan (2011) fizeram um estudo que visava encontrar os principais fatores que influenciam na tomada de decisão para a instalação de um posto.

Os fatores usados para esse estudo foram separados em quatro categorias, fatores baseados no tráfego local, fatores ambientais, fatores socioeconômicos e atributos físicos da região. Essas categorias de fatores ou critérios eram compostas por subcritérios, e foram analisadas por especialistas, pontuando qual a importância de cada fator utilizando o método AHP.

O AHP, desenvolvido por Thomas Saaty, ajuda os responsáveis pelas tomadas de decisão a lidar com problemas complexos, construindo o problema em várias hierarquias como meta, critérios, subcritérios e decisões alternativas (SAATY, 1990, 2001A, 2001B, SAATY; VARGAS, 2001 apud SEMIH; SEYHAN, 2011).

### **3 METODOLOGIA**

A ideia do projeto surgiu devido à demanda de pequenas redes de postos de combustíveis e postos individuais, por aplicações que buscam otimizar o processo de implantação de um posto de combustível. Portanto, o trabalho propõe um método que facilita o processo de análise regional para encontrar a melhor localização para um posto, visando baixo custo e fácil utilização.

A fim de suprir essa demanda, iniciamos a pesquisa de métodos e modelos que já foram utilizados para solucionar problemas relacionados à localização empresarial.

#### **3.1 Pesquisa bibliográfica**

O primeiro passo para iniciar a pesquisa foi buscar em bases científicas, artigos que abordassem o tema em estudo. Para este trabalho, utilizamos como fontes de busca o IEEEExplore e o Google Acadêmico. Após algumas buscas, foi estruturada uma base de pesquisa com os artigos referentes a postos de combustíveis e sucesso empresarial, formando assim o alicerce para o nosso estudo.

Esses artigos mostram técnicas que são utilizadas para encontrar a melhor localização para a implantação de um posto de combustível, os fatores que deveriam ser levados em consideração e o motivo para aplicar tal estudo.

Após a leitura dos artigos, foram analisados diversos modelos de aplicação que conseguem otimizar a tomada de decisão na implantação de um posto, modelos estes apresentados na revisão da literatura.

Cada modelo tem suas vantagens e desvantagens, contudo, para cumprir com os objetivos da pesquisa e aprimorar os resultados, combinamos os pontos positivos de cada projeto visando obter assim uma solução simples e acessível.

#### **3.2 Levantamento e modelagem dos dados**

De início, definimos a cidade de Araxá, Minas Gerais, como área de estudo. Em seguida, especificamos os fatores a serem analisados, optando apenas pelos fatores socioeconômicos dos estabelecimentos envolvidos na região em avaliação.

Com o intuito de avaliar os estabelecimentos, começamos a procurar formas de encontrar todos, ou a maioria dos estabelecimentos localizados na região estudada, assinalando suas coordenadas geográficas.

### 3.2.1 Aquisição de dados

Para adquirir os dados de localização de cada ponto de interesse da região, analisamos um conjunto de empresas e serviços que poderiam auxiliar nesta etapa do trabalho e optamos por utilizar o serviço de API (*Application Programming Interface*) do Google Maps, devido à quantidade e qualidade dos dados fornecidos para a região de Araxá, Minas Gerais.

O uso de uma API simplifica o desenvolvimento de uma aplicação e a troca de dados de uma forma fácil e segura (IBM CLOUD EDUCATION, 2020). Esse processo é feito via requisições web, utilizando o protocolo HTTP, na qual o cliente comunica com o servidor requisitando a obtenção ou alteração de dados. Para fazer a aquisição dos dados utilizando o Places API do Google, montamos uma requisição Web para o seguinte endereço:

[https://maps.googleapis.com/maps/api/place/nearbysearch/json?location=\*\*Latitude\*\*2\*\*Longitude\*\*&radius=\*\*Raio\*\*&type=\*\*Tipo\*\*&key=\*\*Chave\\_API\*\*](https://maps.googleapis.com/maps/api/place/nearbysearch/json?location=<b>Latitude</b>2<b>Longitude</b>&radius=<b>Raio</b>&type=<b>Tipo</b>&key=<b>Chave_API</b>)

As palavras em **negrito** são variáveis fornecidas como parâmetros de busca de acordo com a região estudada, conforme o exemplo abaixo:

- Latitude: -19.5804166
- Longitude: -46.9489145
- Raio: 1500 metros

A latitude e a longitude informadas marcam o ponto central da área analisada, enquanto o raio delimita a área de atuação da busca por estabelecimentos.

A variável *Chave\_API* serve para identificar o usuário dos serviços do Google. Já a variável *Tipo*, indica para o servidor, qual tipo de estabelecimentos estamos procurando, como por exemplo, o tipo *gas\_station* (Posto de combustível). Para cada tipo de lugar desejado é necessário fazer uma nova requisição.

A fim de minimizar os custos com requisições desnecessárias, que após uma certa quantidade começam a ser pagas, separamos um conjunto com 61 tipos de lugares, dentre

eles, estabelecimentos comerciais e lugares públicos que possuem um grande fluxo de pessoas. Alguns lugares podem ter mais de um tipo vinculado, como por exemplo uma escola, que pode ter os tipos *school* (escola) e *primary\_school* (Creche).

Assim como feito por Oetomo e Sesuliatien (2012), dividimos esses lugares em 8 categorias. Entretanto, diferente de Oetomo e Sesuliatien (2012), o peso de cada critério é associado a categoria de estabelecimentos e não às recorrências destes critérios na microrregião circunscritas na região analisada.

Abaixo é apresentado o Quadro 2 com as categorias e os tipos vinculados.

Quadro 2 - Tipos por categoria.

<b>Categoria</b>	<b>Tipos</b>
Saúde e Cuidados	Salão de Beleza, Dentista, Doutor, Drogeria, Hospital, Farmácia, Fisioterapia, Veterinário
Comida	Padaria, Café, Restaurante, Supermercado
Lojas	Loja de Bicicleta, Loja de Livros, Loja de Roupas, Loja de Eletrônicos, Floricultura, Imobiliária, Loja de Hardwares, Loja de Utilidades, Chaveiro, Pet Shop, Loja de Calçados, Shopping, Lojas
Lazer	Parque de Diversões, Galeria de Artes, Bar, Boliche, Salão Comunitário, Academia, Biblioteca, Cinema, Museu, Boate, Parque, Estádio, Atrações Turísticas, Zoológico
Segurança e Educação	Bombeiro, Delegacia, Creche, Escola, Escola Secundária, Universidade
Concorrentes	Oficina, Lavador, Conveniência, Posto de Combustível
Mobilidade	Rodoviária, Loja de Carros, Locadora, Estacionamento
Outros	Cemitério, Igreja, Tribunal, Advocacia, Correios, Caixa Eletrônico, Banco, Contabilidade

Fonte: Autoria própria.

Com os dados dos estabelecimentos encontrados, iniciaríamos uma nova busca para complementação desses dados, através do faturamento de cada ponto, visto que o faturamento de um estabelecimento comercial está, na maioria dos casos, ligado diretamente ao seu fluxo de pessoas.

Entretanto, os dados de faturamento das empresas são dados sensíveis e não são fornecidos de forma simples e gratuita. Para a aquisição desses dados, seria necessária uma pesquisa de campo com os donos de cada organização, requisitando seu faturamento, ou através de um pedido jurídico para aquisição dele. Devido à dificuldade de obtenção desses dados, decidimos não os incluir no modelo proposto.

### **3.2.2 Definição dos pesos**

Com a intenção de definir os pesos para cada categoria de lugares, realizamos uma pesquisa de campo com 7 especialistas do mercado de postos de combustíveis, dentre eles, donos de postos, gerentes e distribuidores de software de gestão para posto de combustível, assim como feito por Semih e Seyhan (2011).

Nessa pesquisa foram avaliadas: (i) a ordem de influência de cada categoria, (ii) o nível de abstração dos tipos de estabelecimentos encontrados (criação das categorias), (iii) o nível de ameaça dos concorrentes, (iv) a possível criação manual de um ponto não contemplado e (v) críticas e sugestões de melhorias do modelo.

Segundo Wesley José do Reis, CEO do Grupo Infinite (2022), “O mercado de combustíveis, assim como qualquer outro mercado, tem suas particularidades: o que parece óbvio para uma rede de postos, não faz sentido para a outra”. Dessa forma, não podemos considerar que uma resposta é a correta baseando-se apenas em uma opinião, mas sim em um conjunto, buscando encontrar o ponto de equilíbrio entre todos.

Apesar do estudo ser aplicado na região de Araxá, os pesos dos critérios foram avaliados por uma banca composta por especialistas de todo o Brasil de forma individualizada para que algumas respostas não tivessem influência sobre as outras, alcançando as peculiaridades de cada região.

A fim de não obter pesos iguais para cada categoria, aplicamos um método de avaliação de prioridades baseado na pirâmide de Maslow, subdivida em 8 frações, no qual as categorias mais importantes recebem peso 8 e compõem a base dessa pirâmide.

A Pirâmide de Maslow, também conhecida como Teoria das Necessidades Humanas, organiza de formas hierárquicas as necessidades humanas, colocando as necessidades mais urgentes em sua base, como por exemplo, as necessidades fisiológicas.

A Tabela 1 apresenta um exemplo de priorização das categorias.

Tabela 1 - Exemplo de sequência de prioridade.

<b>Sequência</b>	<b>Categorias</b>
3	Saúde e Cuidados
5	Comida
7	Lojas
4	Lazer
2	Segurança e Educação
8	Concorrentes
6	Mobilidade
1	Outros

Fonte: Autoria própria.

Essa técnica impede a ocorrência de pesos repetidos durante a avaliação, tendo assim uma real noção de quais categorias tem maior influência no fluxo socioeconômico de uma região. Na Figura 1 é feita a representação da Tabela 1 em uma pirâmide de prioridades, sendo sua base, o critério com maior peso.

Figura 1 – Pirâmide representando a prioridade dos critérios.



Fonte: Autoria própria.

Para este trabalho, as definições das sequências de prioridade foram determinadas por meio das seguintes condições: o posto irá comercializar todos os produtos (gasolina, etanol, diesel e GNV); terá uma loja de conveniência acoplada; terá um lava-jato acoplado e terá um centro de troca de óleo acoplado. Em resumo, o posto a ser implantado atende a todos os serviços automotivos.

Tendo isto em vista, temos como estabelecimentos concorrentes: postos de combustível, conveniências, lava-jatos e oficinas. A presença desses estabelecimentos tem um grande impacto na tomada de decisão, tanto positivamente quanto negativamente.

Considerando que a presença desses estabelecimentos concorrentes oferece risco ao sucesso do novo posto, pedimos para que os especialistas avaliassem o nível de ameaça que cada um destes tinha sob a escolha do melhor local para instalação do novo posto de combustível, seguindo a mesma técnica utilizada para avaliação das categorias. A Tabela 2 mostra um exemplo dessa avaliação.

Tabela 2 - Exemplo de sequência de nível de ameaça dos concorrentes.

<b>Sequência</b>	<b>Estabelecimento</b>
2	Oficina
1	Lavador
3	Conveniência
4	Posto de Combustível

Fonte: Autoria própria.

### **3.2.3 Levantamento adicional**

Com o intuito de enriquecer o trabalho proposto, aproveitamos a disponibilidade dos especialistas e realizamos algumas perguntas extras sobre o tema. Abaixo serão listadas as perguntas realizadas:

- Você concorda com a divisão das categorias? Se não, o que você faria diferente?
- Você considera que os concorrentes são uma ameaça para o sucesso do novo posto?

- Para você, seria interessante a possibilidade de acrescentar um ou mais pontos estratégicos ao modelo para suprir algum ponto importante que não foi considerado na busca?
- Sugestões e críticas

As respostas destas perguntas serão apresentadas nos resultados do trabalho e nos possibilitaram tirar algumas conclusões importantes sobre a localização final de instalação de um novo posto de combustível, levando em consideração, algumas variáveis que não foram analisadas nesse trabalho.

### 3.3 Resposta da API

Após realizar a requisição para o serviço de API do Google, obtivemos uma lista de objetos que representavam cada lugar encontrado, que continham várias informações que não eram necessárias para nosso trabalho. Retirando o que não era relevante, os objetos ficaram com os seguintes dados:

- Nome
- Latitude
- Longitude
- Lista de tipos
- Endereço

Abaixo é apresentado um exemplo de objeto JSON da representação de um estabelecimento após a aplicação do filtro:

```
{
  "name": "Universidade Restaurante",
  "location": {
    "lat": -19.57850029999999,
    "lng": -46.950934
  },
  "types": [
    "restaurant",
    "food",
    "point_of_interest",
    "establishment"
  ],
  "vicinity": "Avenida Amazonas, 780 - S\u00e3o Geraldo,
Arax\u00e1"
}
```

Adicionamos o conjunto de objetos retificados à uma lista para levantamento de notas, conforme descrito na próxima seção.

### 3.4 Nota isolada

Cada objeto da lista de resultados tratados recebeu uma nota isolada, baseada em seus tipos e seu endereço.

A nota do tipo é definida através do peso associado à categoria da qual o tipo está englobado. Um objeto pode conter um ou mais tipos, deste modo, definimos a nota isolada do estabelecimento como o maior valor dos pesos associados aos seus tipos.

De modo geral, avenidas são projetadas para receber um maior fluxo de veículos comparado as ruas e vielas. Sendo assim, um ponto localizado em uma avenida exerce um maior fluxo de pessoas e veículos na região, o que transforma as avenidas em um fator a ser considerado na nota isolada dos seus estabelecimentos. Esse fator é parametrizável, no entanto, utilizamos o valor de 120% durante todo desenvolvimento do trabalho. Este valor foi escolhido empiricamente para fins de testes.

Com a nota isolada dos pontos encontrados, podemos adicionar essa nova informação ao nosso objeto tratado anteriormente:

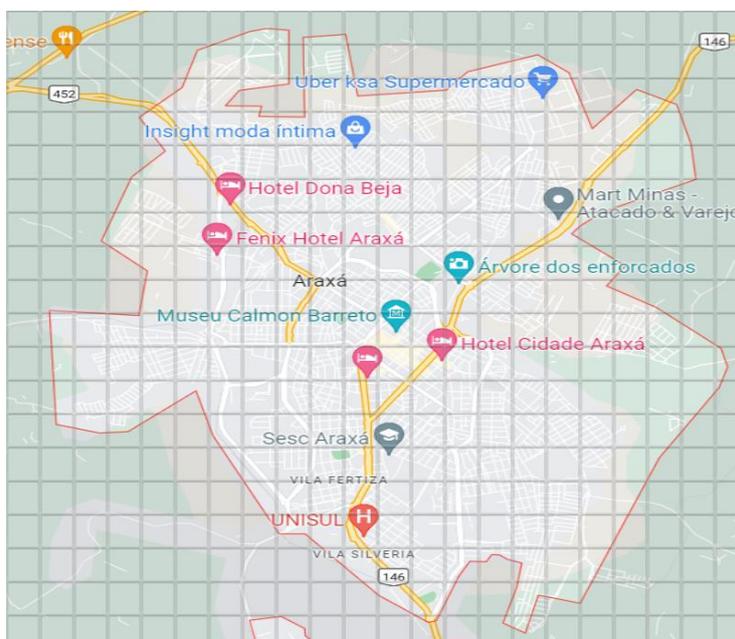
```
{
  "name": "Universidade Restaurante",
  "location": {
    "lat": -19.578500299999999,
    "lng": -46.950934
  },
  "types": [
    "restaurant",
    "food",
    "point_of_interest",
    "establishment"
  ],
  "vicinity": "Avenida Amazonas, 780 - S\u00e3o Geraldo,
Arax\u00e1",
  "fit": 21.59
}
```

### 3.5 Aplicação do Método

Depois de realizar o tratamento dos pontos descobertos e encontrar suas respectivas notas isoladas, dispomos de dados suficientes para determinar o melhor local para a instalação de um posto de combustível baseando-se na influência de cada estabelecimento na região.

Uma técnica para definir o ponto ótimo consiste em discretizar a região analisada e pontuar as áreas discretas, somando as notas isoladas dos estabelecimentos presentes nestas áreas. A Figura 2 mostra a região da cidade de Araxá dividida em pequenas partes iguais.

Figura 2 – Divisão de Araxá em partes iguais.

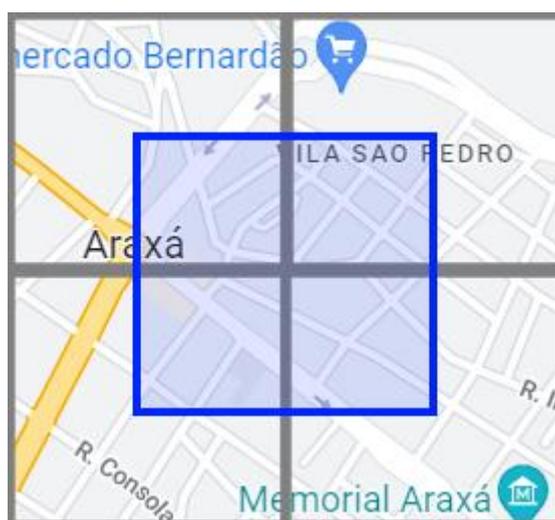


Fonte: Autoria própria.

No entanto, algumas áreas possuem notas contextualizadas iguais a zero, devido à falta de estabelecimentos comerciais presentes, isso acontece tanto em áreas externas à cidade, quanto áreas internas.

Além disso, a seleção fixada das áreas desconsidera a presença de uma região intermediária, na qual a nota contextualizada poderia ser maior que as anteriores. O fato dessas regiões ficarem ocultas entre a malha discreta pode camuflar o resultado final, como é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Região intermediária.



Fonte: Autoria própria.

Outra opção é delimitar uma região por estabelecimento, através de um raio de atuação, e a partir desta área, pontuar a região. Desta maneira, é possível garantir que nenhuma região tenha nota contextualizada igual a zero. Contudo, a presença de regiões intermediárias é pertinente nesta técnica, assim como descrito anteriormente.

Nesse sentido, optamos por uma técnica que determina uma nota contextualizada para cada ponto da região analisada, baseando-se na distância entre os estabelecimentos. Dessa forma, obtemos para cada estabelecimento, a nota contextualizada de acordo com sua distância para com os outros estabelecimentos.

Utilizando esta técnica, garantimos que não exista, dentro da área analisada, pontos cuja nota contextualizada seja zero. Além disso, cada ponto, seja estabelecimento ou não, recebe uma nota contextualizada, viabilizando a realização de consultas por pontos candidatos.

Para obtenção da nota contextualizada dos estabelecimentos é aplicada a seguinte equação:

$$z'(x, y) = \sum_{i=1}^N \frac{z(x_i, y_i)}{hav(x_i, y_i, x, y) + 1}$$

Onde:

- z: nota isolada;

- $x, y$ : latitude, longitude;
- $x_i, y_i$ : latitude e longitude dos outros estabelecimentos avaliados;
- hav: função de haversine;
- N: número de estabelecimentos;

A fórmula de Haversine fornece a distância mínima entre dois pontos em uma superfície esférica usando latitude e longitude (NICHAT e CHOPDE, 2013).

Nota-se que quando o ponto inicial de interação não possui ponto anterior para comparação, logo, obtemos uma distância igual a zero, preservando sua nota isolada. Já as notas isoladas dos pontos comparados serão reduzidas proporcionalmente as suas distâncias.

Portanto, ao aplicar esta estratégia, garantimos que todos os pontos encontrados tenham influência sobre seus pontos vizinhos, por mais distantes que eles sejam.

Ainda que o tempo de execução da aplicação não seja a prioridade do projeto, garantimos ainda que o processamento da aplicação seja mais rápido e assertivo devido aos cortes de iterações desnecessárias.

### **3.6 Pontos adicionais**

Para proporcionar uma melhor experiência ao usuário, adicionamos ao método a possibilidade de consultar a nota contextualizada de locais específicos. Esses locais são chamados de pontos candidatos.

Os pontos candidatos são adicionados ao modelo pelo usuário antes do processamento dos dados. Estes pontos não possuem nota isolada e, após o processamento, recebem uma nota contextualizada para uma avaliação posterior.

Em consonância com os pontos candidatos, estão os pontos de estabelecimentos futuros. Estes pontos, diferente dos pontos candidatos, possuem uma nota isolada fornecida pelo usuário, em conjunto com sua latitude e longitude.

A criação de pontos de estabelecimentos futuros proporciona correções à busca por estabelecimentos, uma vez que, estabelecimentos ou pontos de interesse futuros, ou em construção, não são encontrados pela base de dados utilizada.

A adição destes pontos ao modelo é feita da mesma forma na interface, porém, os pontos futuros necessitam ter uma nota isolada informada pelo usuário, caso esta nota não

seja informada, o ponto adicional será considerado no processamento como um ponto candidato.

### **3.7 Desenvolvimento Software**

O software para aplicar o método proposto foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, pela familiaridade com a linguagem e ser uma forte ferramenta para análise e tratamento de dados.

Para auxiliar no processo de desenvolvimento, utilizamos algumas bibliotecas como:

- requests: Consumo de rotas para requisições de API's
- json: Conversão de objetos JSON para dicionários e vice-versa
- Haversine: Calcular distância entre dois pontos considerando a curvatura da terra
- csv: criação de tabela de dados

Para oferecer maior autonomia para o usuário, deixamos editáveis, todos os parâmetros utilizados no trabalho. Contudo, fixamos os pesos por categoria com os valores encontrados nas pesquisas com os especialistas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O trabalho foi dividido em duas grandes etapas, a primeira responsável por fazer uma entrevista com especialistas do ramo e coletar informações a respeito do processo de implantação de um novo posto de serviços automotivos, enquanto a segunda, teve como objetivo, criar um modelo que auxilia os gestores na escolha no melhor local.

### **4.1 Resultados das entrevistas**

Os resultados das entrevistas podem ser divididos em dois estágios, o primeiro relacionado à apuração dos pesos e o segundo, às perguntas extras e considerações dos entrevistados.

#### 4.1.1 Apuração dos pesos

O processo de apuração dos pesos teve como objetivo principal fazer um levantamento de quais categorias de estabelecimento aplicavam maior influência sobre uma região na escolha do local para implantação de um novo posto de serviços automotivos.

Após a coleta das opiniões individuais, definimos o peso médio percentual para cada categoria. As sequências de prioridade de cada entrevistado podem ser observadas na Tabela 3, assim como o peso percentual de cada critério.

Tabela 3 – Sequência de prioridade definida pelos especialistas

Entrevistado	Saúde e Cuidados	Comida	Lojas	Lazer	Segurança e educação	Concorrentes	Mobilidade	Outros	Soma
E1	5	6	7	4	3	1	8	2	36
E2	8	6	7	4	5	3	2	1	36
E3	3	5	7	4	2	8	6	1	36
E4	7	8	3	4	5	1	6	2	36
E5	3	6	8	4	2	7	5	1	36
E6	6	4	8	3	7	1	5	2	36
E7	1	7	4	3	2	8	6	5	36
Total	33	42	44	26	26	29	38	14	252
Peso Percentual	13%	17%	17%	10%	10%	12%	15%	6%	100%

Fonte: Autoria própria.

Assim, a tabela final dos pesos das categorias que alimentam os parâmetros de construção do modelo proposto é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Pesos médios.

<b>Nº</b>	<b>Categoria</b>	<b>Peso Médio</b>
1	Saúde e Cuidados	13
2	Comida	17
3	Lojas	17
4	Lazer	10
5	Segurança e Educação	10
6	Concorrentes	12
7	Mobilidade	15
8	Outros	6

Fonte: A autoria própria.

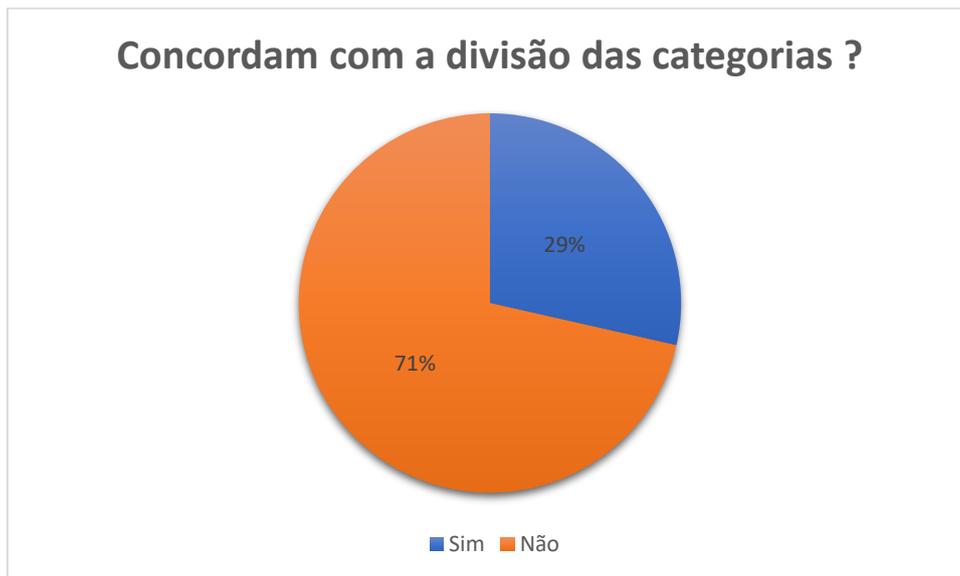
Nota-se que a Tabela 4, pode facilmente ser comparada com o Quadro 1 de pesos proposto por Oetomo e Sesulihatien (2012). Entretanto, os critérios utilizados pelos mesmos são ampliados para um contexto global, levando em consideração fatores econômicos e geográficos, enquanto a Tabela 4 encontrada durante nossa pesquisa, leva em consideração apenas fatores econômicos.

De toda forma, podemos notar que o peso concebido para aqueles estabelecimentos concorrentes (postos, oficinas, lava-jatos e conveniências) é bem similar ao peso do critério 6 apresentado no Quadro 1. O mesmo vale para as categorias de Segurança e Educação, Outros e Lazer quando comparados com os critérios 3, 4 e 5 do Quadro 1, respectivamente. O que torna a definição dos pesos por critérios feito por Oetomo e Sesulihatien (2012), válidos ainda para o ano de 2022.

#### 4.1.2 Divisão das categorias

A primeira pergunta feita aos entrevistados, foi referente ao agrupamento dos tipos dos estabelecimentos em categorias.

Figura 4 – Divisão de opiniões sobre a divisão das categorias.



Fonte: Autoria própria.

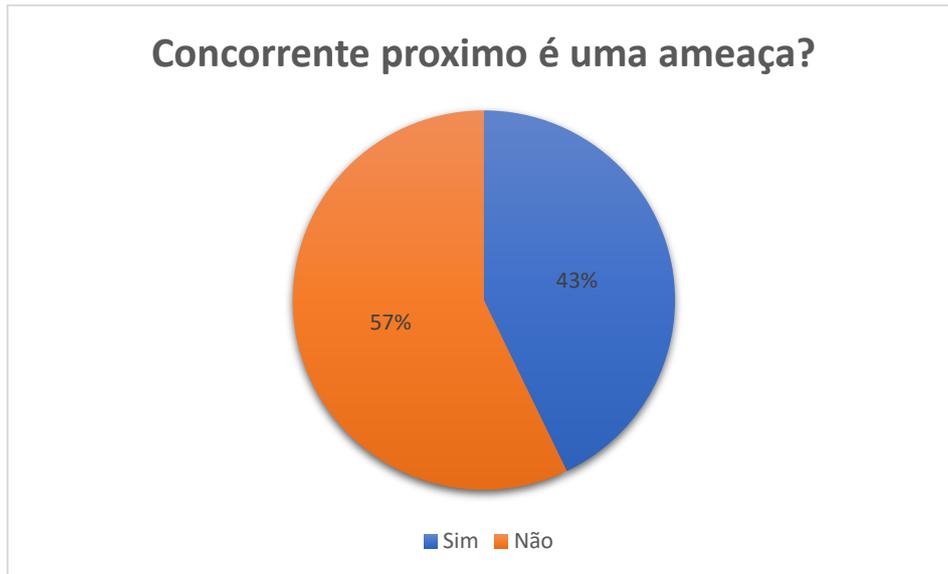
Conforme mostra a Figura 4, 71% dos entrevistados não concordaram com a divisão e sugeriram algumas pequenas mudanças como: retirar categorias desnecessárias; adicionar outros tipos de estabelecimentos e realocar alguns tipos para outras categorias.

Apesar do alto nível de rejeição da divisão dos tipos em suas respectivas categorias, todos os entrevistados ressaltaram que a divisão padrão atenderia as demandas iniciais, entretanto, a possibilidade de alteração dessas categorias seria um ponto positivo no produto.

### 4.1.3 Presença de concorrentes

Devido à quantidade de pesos máximo para a categoria de concorrentes, perguntamos para os especialistas se a presença de concorrentes próximos ao novo posto é um fator negativo para o sucesso da empresa.

Figura 5 – Divisão de opiniões sobre o posto concorrente ser uma ameaça.



Fonte: Autorial própria.

De acordo com o resultado apresentado na Figura 5, esta pergunta dividiu opiniões e mostrou que não existe uma resposta correta para o questionamento, uma vez que cada posto tem uma política de trabalho. Alguns preferem ficar isolados de concorrentes e manter o monopólio regional, enquanto outros preferem manter uma disputa saudável com seus concorrentes buscando um padrão de qualidade de produtos e serviços elevados para agradar o consumidor final.

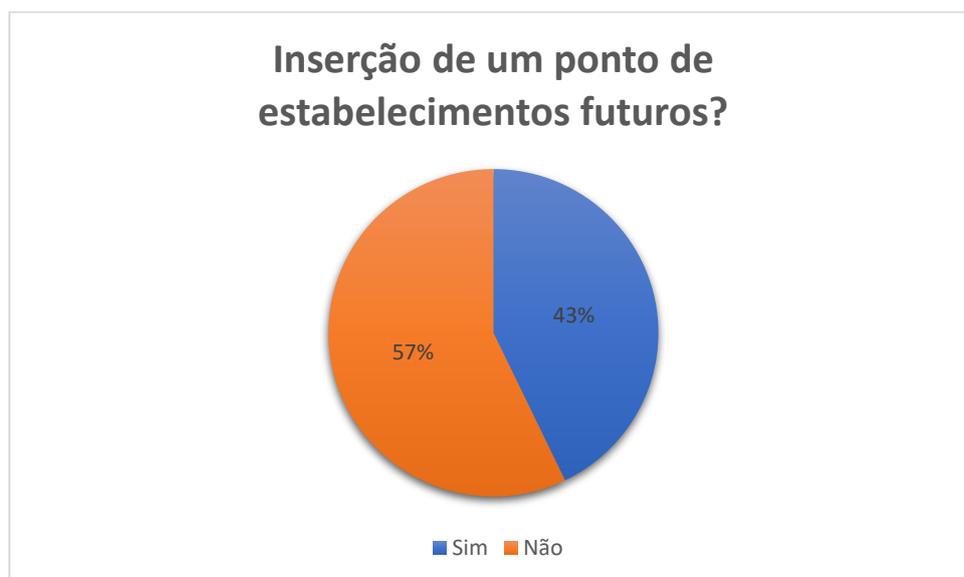
### 4.1.4 Ponto de estabelecimento futuro

Na etapa de busca pelos estabelecimentos pela API, levamos em consideração apenas estabelecimentos já existentes. No entanto, o processo de implantação de um novo posto pode demorar mais de 2 anos para acontecer, devido ao atraso na adaptação do posto às licenças obrigatórias. Isto significa que, no momento operacional do posto,

poderá haver estabelecimentos presentes na região que não foram considerados na busca inicial.

Sendo assim, verificamos com os especialistas se seria pertinente adicionar, um ou mais pontos estratégicos ao modelo, com localização e nota isolada definidas pelo usuário, a fim de suprir estabelecimentos futuros não considerados na busca atual.

Figura 6 – Divisão de opiniões sobre a inserção de um ponto de estabelecimentos futuros.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 6 mostra que apesar de ser uma funcionalidade optativa para o sistema, 57% dos especialistas não usariam essa funcionalidade.

Alguns apontaram que a adição de um ponto de estabelecimentos futuros ao sistema disfarçaria o resultado final da pesquisa. Já outros, acreditam que a análise do mercado futuro deve ser feita em um outro momento da implantação.

#### 4.1.5 Sugestões e críticas

Ao final das entrevistas abrimos espaço para sugestões e críticas relacionadas ao trabalho. Dessa forma, foram dadas as seguintes sugestões para melhorias e trabalhos futuros na área:

- Adicionar como parâmetros os critérios municipais
- Estudar o processo inverso em casos de sucesso de um posto
- Buscar outras fontes de dados
- Ficar atento às leis municipais

Quanto as críticas ao trabalho, podemos destacar:

- Ter cuidado com alto fluxo de veículos
- Priorizar áreas novas e de crescimento eminente

## 4.2 Resultados do processamento

Nesse capítulo, serão apresentados os resultados encontrados processando o modelo em diferentes situações.

### 4.2.1 Busca completa - Peso médio

Para dar início à busca dos estabelecimentos, definimos os parâmetros apresentados na Tabela 5 como parâmetros iniciais da pesquisa, para uma averiguação completa na cidade de Araxá:

Tabela 5 – Parâmetros para busca geral.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Latitude	-19.5902525
Longitude	-46.9388842
Raio (metros)	3000

Fonte: Autoria própria.

Os parâmetros da Tabela 5 são as coordenadas geográficas do centro da cidade de Araxá. Partindo deste ponto e analisando a região dentro do raio de atuação de 3000 metros, conseguimos abranger praticamente toda a área populada da cidade.

Ao final da busca pela API, obtivemos um total de 751 pontos encontrados, dentre eles, estabelecimentos e pontos de interesse listados no Google Maps.

Neste ensaio, expomos os estabelecimentos encontrados à avaliação a partir dos pesos listados na Tabela 4, pontuando seus respectivos tipos e notas isoladas, obtendo, assim, a Tabela 6.

Tabela 6 – Resultado do processamento da busca completa com peso médio.

<b>Nº</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Nota Contextualizada</b>
1	-19.5884421	-46.9375346	5732.32
2	-19.5918551	-46.9387204	6398.67
3	-19.5939673	-46.9406661	6192.82
4	-19.5949846	-46.9347657	5920.64
...	...	...	...
751	-19.5900696	-46.9416853	5909.49

Fonte: Autoria própria.

Com o intuito de encontrar os melhores indivíduos, ordenamos a Tabela 6 baseada em sua nota contextualizada, obtendo assim, a Tabela 7.

Tabela 7 – Resultado ordenado do processamento da busca completa com peso médio.

<b>Nº</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Nota Contextualizada</b>
1	-19.5923554	-46.9385318	6415.16
2	-19.5922402	-46.9387141	6414.24
3	-19.5923708	-46.9384378	6413.40
4	-19.5923554	-46.9385318	6415.16
...	...	...	...
751	-19.5701793	-46.9557148	2617.76

Fonte: Aatoria própria.

Os pontos no topo da Tabela 7 são os pontos dentro da cidade de Araxá que contém o maior fluxo de veículos e pessoas, sendo assim, candidatos ótimos para análise posterior no processo de implantação.

#### 4.2.2 Busca completa – Peso individual

O sistema permite o usuário personalizar os pesos das categorias, possibilitando ao mesmo encontrar uma solução mais alinhada aos seus interesses.

Assim sendo, aplicamos uma busca com os mesmos parâmetros iniciais apresentados na Tabela 5, com os pesos personalizados por um dos entrevistados, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Pesos individuais de acordo com os pesos do entrevistado E5.

<b>Nº</b>	<b>Categoria</b>	<b>Peso Individual</b>
1	Saúde e Cuidados	8
2	Comida	17
3	Lojas	22
4	Lazer	11
5	Segurança e Educação	6
6	Concorrentes	19
7	Mobilidade	14
8	Outros	3

Fonte: Autoria própria.

Como resultado do processamento, obtivemos a Tabela 9.

Tabela 9 – Resultado ordenado do processamento da busca geral com pesos individuais.

<b>Nº</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Nota Contextualizada</b>
1	-19.5925000	-46.9383333	6670.29
2	-19.5923554	-46.9385318	6669.97
3	-19.5923708	-46.9384378	6669.17
4	-19.5922402	-46.9387141	6666.50
...	...	...	...
751	-19.5701793	-46.9557148	2760.72

Fonte: Autoria própria.

Podemos observar que os pontos encontrados em ambas as buscas são diferentes, porém, próximos uns dos outros. Por outro lado, comparando o item 3 da Tabela 9 com o item 3 da Tabela 7, percebemos que, para um mesmo ponto, obtivemos notas diferentes.

### **4.2.3 Busca regional**

A busca completa é uma boa proposta para entender melhor a distribuição dos estabelecimentos sob todo escopo da cidade, entretanto, uma busca regional em pequenas regiões da cidade, é mais precisa em sua busca de estabelecimentos e mais assertiva quando se analisa um público alvo específico.

Para aplicar uma busca regional, precisamos definir uma região e escolher um novo raio de atuação. Para a cidade de Araxá, utilizamos um raio de 1500 metros. Como se trata de uma busca regional, é preciso ficar atento quanto ao comprimento do raio, para não fazer uma busca completa através de um raio extenso.

Os parâmetros iniciais da busca regional estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Parâmetros para busca regional.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Latitude	-19.5805592
Longitude	-46.9489392
Raio (metros)	1500

Fonte: Aatoria própria.

Ao processar os dados, obtivemos um total de 512 pontos encontrados, conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11 - Resultado ordenado do processamento da busca completa com peso médio.

<b>Nº</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Nota Contextualizada</b>
1	-19.5854396	-46.9445691	4515.74
2	-19.5855073	-46.9445389	4514.88
3	-19.5851248	-46.9445101	4513.89
4	-19.5851118	-46.9444801	4513.42
...	...	...	...
512	-19.5704367	-46.9561283	2643.15

Fonte: Aatoria própria.

Analisando a Figura 7 podemos notar que os três melhores pontos estão localizados próximos a uma rotatória que liga 3 grandes avenidas da cidade de Araxá e que comportam um grande fluxo de veículos o dia todo.

Figura 7 – Os 3 melhores pontos da busca segmentada.



Fonte: Autoria própria.

#### 4.2.4 Pontos candidatos

Com relação aos pontos candidatos, realizamos um teste adicionando 3 pontos candidatos na busca segmentada apresentada anteriormente. O resultado é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Notas dos pontos candidatos adicionados na busca segmentada.

Nº	Latitude	Longitude	Nota Contextualizada
1	-19.5838558	-46.9455468	4289.09
2	-19.5729339	-46.9543774	2894.79
3	-19.5688307	-46.9137023	1510.97

Fonte: Autoria própria.

Os pontos testados foram escolhidos buscando representar 3 situações distintas:

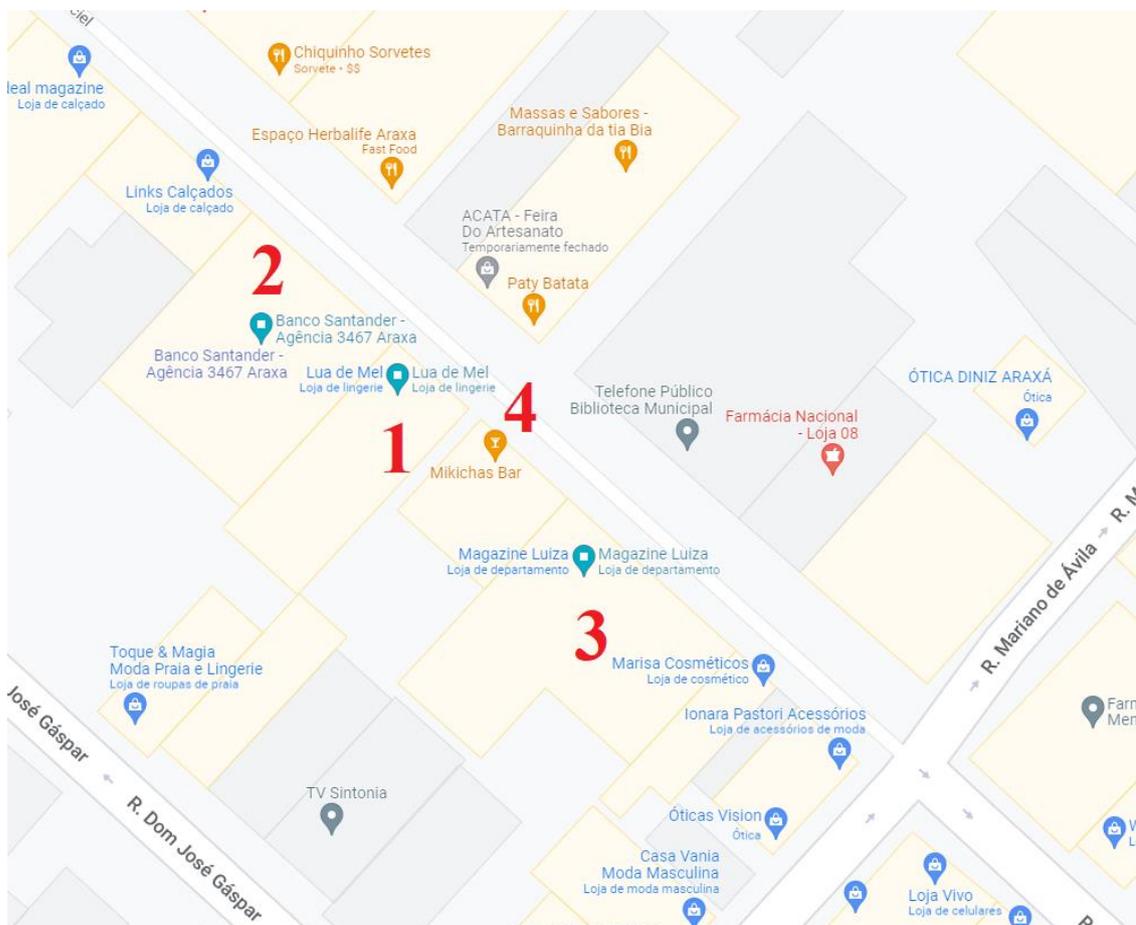
- Caso 1: ponto próximo ao local com maior nota
- Caso 2: ponto aleatório dentro da área analisada
- Caso 3: ponto aleatório fora da área analisada

Neste último, temos uma situação peculiar. Na maioria das situações, os pontos candidatos estarão dentro da região em análise, porém, caso não esteja, o sistema ainda consegue calcular sua nota contextualizada de acordo com dados processados.

### 4.3 Discussões

A fim de analisar os pontos encontrados de uma forma mais visual, destacamos na Figura 8 alguns pontos encontrados na busca completa representada pela Tabela 7.

Figura 8 – Os 4 melhores pontos encontrados na busca completa com peso médio, apresentados no mapa.

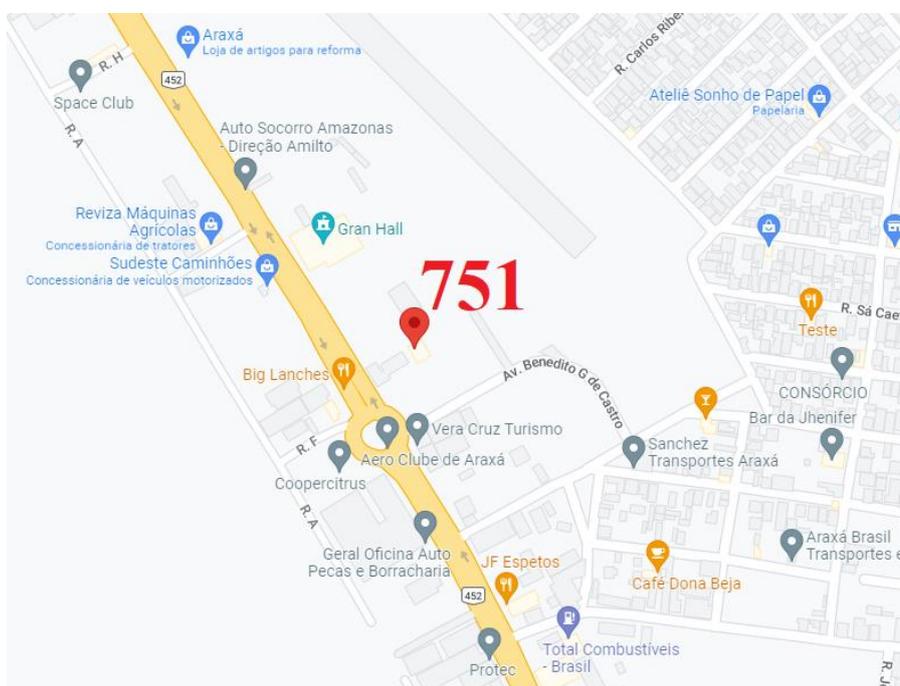


Fonte: Autoria própria.

Podemos perceber que os estabelecimentos com as maiores notas contextualizadas estão localizados na região central de Araxá e estão bem próximos. Isto está relacionado à densidade de estabelecimentos presentes no local.

Ao analisarmos a região total da cidade, é possível ver o escoamento da densidade de estabelecimentos para as regiões periféricas. A Figura 9 mostra um exemplo desse escoamento através da localização do último estabelecimento da Tabela 7, presente em uma das saídas da cidade.

Figura 9 – Pior ponto encontrado na busca completa com peso médio, apresentado no mapa.



Fonte: Autoria própria.

Para todos os efeitos, a busca regional é a mais indicada para maioria das situações, já que permite o isolamento do público-alvo e facilita uma análise regional posterior.

Vale ressaltar que a pesquisa realizada nesse trabalho visa encontrar o melhor local para se instalar um novo posto de combustível baseado em fatores socioeconômicos dos estabelecimentos regionais. Os resultados obtidos pelo método não descartam a necessidade de uma análise aprofundada dos locais encontrados, averiguando disponibilidade, legislação e dentre outros critérios municipais.

## 5 CONCLUSÃO

Considera-se que a ferramenta para auxílio na implantação de postos de combustíveis atingiu o objetivo geral de criar um modelo alternativo de baixo custo e de simples manuseio. Entretanto, não foi possível fazer uma avaliação da qualidade do modelo desenvolvido em comparação ao modelo indexado proposto por Oetomo e Sesulihatien (2012). Esta avaliação não foi possível, devido à carência de informações quanto aos parâmetros aplicados do modelo indexado em 2012, na cidade de Surabaya, Indonésia, de todo modo, a diferença em tempo entre as duas análises não permitiria uma análise compatível da região.

Apesar disso, comparando o Quadro 1 com a Tabela 4, é possível afirmar que os pesos por categoria referidos no presente trabalho, são valores alinhados aos propostos pelo modelo indexado. Observa-se que, mesmo após uma década e diferentes regiões de estudo, os pesos para os critérios ainda continuam similares.

O sistema desenvolvido expõe ao usuário diversos pontos com maior relevância na região analisada, sendo possível ainda, verificar a relevância de pontos estratégicos pré-estabelecidos, apresentados no trabalho como pontos candidatos. Esta funcionalidade permite ao usuário que já tenha feito alguma análise prévia da região, a tomar a melhor decisão com base na nota contextualizada destes pontos fornecidos ao sistema.

É importante ressaltar que nem sempre o melhor local para um novo posto é o local com maior fluxo socioeconômico. Isto deve-se às estratégias de cada empresa com relação ao seu público-alvo, capital disponível para investimento, área disponível para construção, ilegitimidade do local por regras municipais, prováveis engarrafamentos e outros fatores. Deste modo, fica a critério do usuário escolher o ponto que melhor lhe atenderá, alinhado aos seus interesses.

Dentre os especialistas consultados, todos participaram anteriormente de processos de tomada de decisão para implantação de um novo posto e afirmaram que fariam uso deste sistema para auxiliar no processo de implantação de um posto de serviços automotivos.

Conclui-se, portanto, que o sistema alternativo de auxílio na implantação de um novo posto de serviços automotivos, desenvolvido neste trabalho, atinge os objetivos propostos inicialmente e supre a demanda de pequenos e médios empreendedores no mercado de combustível, por sistemas desta natureza que sejam simples e acessíveis.

## REFERÊNCIAS

- FERNANDO, R. H. A Importância do Controlo de Gestão no Sucesso Empresarial, 2015.
- HANDAYANTO1, R. T. *et al.* A WEB-GIS BASED INTEGRATED OPTIMUM LOCATION ASSESSMENT. **ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences** , Bekasi, v. 10, n. 3, p. 6, Fevereiro. 2015.
- IBM CLOUD EDUCATION. IBM. **IBM**, 2020. Disponível em: <https://www.ibm.com/cloud/learn/api>. Acesso em: 12 maio 2022.
- LEON, M. C. D. S.; SILVA, E. C. B. AEMS, 2015. Disponível em: <http://www.aems.edu.br/conexao/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/3/5.pdf>. Acesso em: 24 Janeiro 2022.
- NICHAT, M. K.; CHOPDE, N. R. Landmark based shortest path detection by using A\* Algorithm and Haversine Formula. **International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering**, p. 298-302, 2013.
- OETOMO, H. W.; SESULIHATIEN, W. T. The Application of Index Model for Valuation a New Gas Station, Surabaya, p. 5, 2012.
- SANTOS, V. M. D. O que é AHP ou Processo Hierárquico Analítico e seus usos? **FM2S**, 2017. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/o-que-e-ahp/>. Acesso em: 24 Janeiro 2022.
- SEMIH, T.; SEYHAN , S. A MULTI-CRITERIA FACTOR EVALUATION MODEL FOR GAS STATION SITE. **JOURNAL OF GLOBAL MANAGEMENT**, Istanbul, v. 2, n. 1, p. 10, Julho. 2011.