UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

GABRIEL SAID TORRES

ALGORITMO DE ROTEIRIZAÇÃO DE PONTOS TURÍSTICOS EM CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM USANDO A HEURÍSTICA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

ALEGRE - ES

2022

GABRIEL SAID TORRES

ALGORITMO DE ROTEIRIZAÇÃO DE PONTOS TURÍSTICOS EM CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM USANDO A HEURÍSTICA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Computação do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Hell Kampke

ALEGRE - ES

2022

GABRIEL SAID TORRES

ALGORITMO DE ROTEIRIZAÇÃO DE PONTOS TURÍSTICOS EM CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM USANDO A HEURÍSTICA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Computação do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 17 de agosto de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Edmar Hell Kampke
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Freitas da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo

Profa. MSc. Valeria Alves da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

A otimização de processos é essencial para que atividades de caráter monetário, sejam realizadas com o máximo de eficiência. Dito isso, o deslocamento, seja de pessoas ou produtos, é um tema que se beneficia dessa ideia.

Especificamente no turismo, é preferível que o tempo do turista seja otimizado, pois as férias são geralmente curtas, e recursos para tornar o aproveitamento maior são muito bem-vindos.

Dentro deste contexto, existe a heurística do vizinho mais próximo, que consiste em, dado um conjunto de pontos turísticos, é determinado um ponto turístico como inicial, e partindo dele é escolhido outro local a ser visitado, tendo como critério de escolha a menor distância. Após isso, o vizinho mais próximo é marcado como visitado, e esses passos são repetidos até que todos os pontos turísticos tenham sido visitados.

O algoritmo, brevemente descrito, tem potencial de se encaixar em diversas áreas. Neste trabalho, em específico, irá auxiliar na realização de roteirização de pontos turísticos.

Na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, localizada no estado do Espírito Santo, existe um problema em relação ao deslocamento entre os pontos turísticos. Por se tratar de uma cidade cercada por montanhas, seus pontos turísticos ficam distantes do centro da cidade, e consequentemente, afastados uns dos outros. Logo, existem caminhos distintos para se chegar no mesmo local, o que dificulta o planejamento para visitar todos esses lugares.

Após definir os pontos turísticos relevantes e seus custos de deslocamento, o problema foi modelado e adaptado para utilização da heurística do vizinho mais próximo, e em seguida foi criado um roteiro turístico otimizado para a cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES.

Palavras-chaves: Cachoeiro de Itapemirim/ES; Heurística do vizinho mais próximo; Roteirização de Pontos Turísticos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo primeira iteração

Figura 2 – Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo segunda iteração

Figura 3 – Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo terceira iteração

Figura 4 – Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo quarta iteração

Figura 5 – Pesquisa de opinião

Figura 6 – Pontos turísticos gerais

Figura 7 – Pontos turísticos naturais

Figura 8 – Pontos turísticos culturais

Figura 9 – Entrada do dado referente ao tipo de ponto turístico que a rota será construída

Figura 10 – Diagrama de fluxo

Figura 11 – Resultado para o início em “Frade e a Freira”

Figura 12 – Resultado para o início em “Rampa de Parapente Mirante”

Figura 13 – Resultado para o início em “Fazenda Boa Esperança - RPPN”

Figura 14 – Resultado para o início em “Pedra do Caramba”

Figura 15 – Resultado para o início em “Teatro Rubem Braga”

Figura 16 – Resultado para o início em "Paróquia Nosso Senhor dos Passos”

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de distância para pontos turísticos gerais

Tabela 2 – Matriz de distância para pontos turísticos culturais

Tabela 3 – Matriz de distância para pontos turísticos naturais

Tabela 4 – Início aleatório

Tabela 5 – Início pré-definido

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT – Atividades Características do Turismo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves

OMT – Organização Mundial do Turismo

PCV – Problema do Caixeiro Viajante

PIB – Produto Interno Bruto

PNADC – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **8**
1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA 9
1.2 OBJETIVOS 10
1.2.1 OBJETIVO GERAL 10
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
2. REVISÃO DA LITERATURA **11**
2. 1 TURISMO E SEUS IMPACTOS NA ECONOMIA 11
2. 2 PESQUISA OPERACIONAL E SUAS APLICAÇÕES 12
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS 15
2. 5 HEURÍSTICA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO 15
3. METODOLOGIA **19**
4. RESULTADOS OBTIDOS **28**
4.1. ROTA TURÍSTICA GERAL 28
4.1.1 INÍCIO ALEATÓRIO 28
4.1.2 INÍCIO DEFINIDO PELO USUÁRIO 30
4.2. ROTA TURÍSTICA NATURAL 31
4.2.1 INÍCIO ALEATÓRIO 31
4.2.2 INÍCIO DEFINIDO PELO USUÁRIO 32
4.3. ROTA TURÍSTICA CULTURAL 33
4.3.1 INÍCIO ALEATÓRIO 33
4.3.2 INÍCIO DEFINIDO PELO USUÁRIO 34
4.4 ANÁLISE DE RESULTADOS 35
5. CONCLUSÃO **36**
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **37**

1. INTRODUÇÃO

O turismo é uma atividade de grande importância no contexto econômico atual, pois tem um elevado potencial de geração de renda e de emprego, contribuindo com o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) de um país (SILVA, 2004).

Em vista disso, podemos considerar que um dos principais benefícios do turismo é a diminuição da desigualdade econômica, uma vez que, em termos relativos, a renda gerada pela atividade turística pode ser mais relevante para as regiões menos desenvolvidas, que não apresentam tanta diversidade de atividades produtivas, do que em comparação com as regiões originalmente mais ricas (RABAHY, 2019).

Além de ser uma boa oportunidade para regiões subdesenvolvidas, o turismo também se beneficiou do surgimento da internet. O paradigma das empresas desse setor mudou drasticamente, e o acirramento da concorrência barateou o custo e aumentou o número de opções para os consumidores.

Portanto o desenvolvimento tecnológico e ampliação do acesso à informação, implica na exigência cada vez maior do público consumidor em recursos que facilite o exercício de alguma função antes feita de modo manual.

Neste contexto, a realização de pesquisas, tais como consulta de preços e planejamento de viagem, fazem parte dos passos que todo turista realiza antes de definir o ponto a ser visitado. Por isso, naturalmente, os ambientes em que essa tecnologia não está presente, tem prejuízos significativos no seu desenvolvimento econômico.

Um problema latente que se reflete no município de Cachoeiro de Itapemirim/ES é a ausência de um plano de roteirização de pontos turísticos que seja otimizado e leve em consideração o tempo e o custo como fatores relevantes.

Dentro deste contexto, a utilização de modelagem matemática para fazer a tradução desse problema para uma estrutura e, consequentemente, uma formulação de soluções mais viáveis, é o melhor caminho para se alcançar uma solução ideal.

Portanto, o auxílio da tecnologia é parte essencial no desenvolvimento de uma cidade, e, no caso de Cachoeiro de Itapemirim/ES, um plano de roteirização vai refletir, de forma direta, na economia e na vida dos trabalhadores locais.

A proposta de roteirização, utilizando a heurística do vizinho mais próximo, promete impactar positivamente de modo a facilitar o turismo, levando em consideração sua performance e facilidade de implementação.

1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

O setor de turismo é de extrema importância para a economia de diversas cidades. Eventualmente, a falta de planejamento faz com que esse setor seja mal explorado e pouco desenvolvido, gerando experiências ruins para os visitantes e não impactando a economia local.

Diversas cidades se vêem totalmente dependentes dessa atividade econômica, e, por isso, apesar de mínimo, existe um investimento em marketing, rotas com estradas e trilhas, entre outros.

No caso de Cachoeiro de Itapemirim/ES, existem pontos turísticos naturais, como cachoeiras, riachos, picos, e também culturais, que refletem a história do município. Porém, não há investimento significativo no setor de turismo da região.

Entretanto, mesmo com pouco incentivo, alguns pontos turísticos, como cachoeiras e trilhas, recebem um grande número de visitantes ao longo do ano. De modo que, se houvesse mais investimento no setor de turismo, o número de turistas nesses pontos aumentaria de forma considerável, consequentemente, gerando mais renda para o comércio local.

Rotas turísticas são importantes ferramentas para viajantes, pois sua utilização estratégica, por meio dos agentes responsáveis, pode render resultados significativos na experiência dos turistas. Nesse sentido, é possível ampliar esse conceito e aplicação para diferentes objetivos.

Em alguns casos, o turista tem interesse em realizar rotas de passeio mais curtas, optando por visitar apenas os locais selecionados, otimizando assim o custo e o tempo da viagem. A ausência dessas opções, no entanto, contribui para

desincentivar possíveis viajantes, além de atrasar o desenvolvimento desse importante setor da economia.

Portanto, conclui-se que, a elaboração de uma rota turística é o primeiro passo no processo de valorização e investimento da matriz turística de Cachoeiro de Itapemirim/ES, podendo trazer impactos financeiros positivos para os turistas e a economia local.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específicos deste trabalho são definidos da seguinte maneira:

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como finalidade a implementação de um algoritmo cujo objetivo é aplicar a heurística do vizinho mais próximo para a elaboração de rotas turísticas para Cachoeiro de Itapemirim/ES.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os seguintes pontos são pertinentes para alcançar o resultado final desejado:

- Fazer o levantamento dos pontos turísticos da cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES e suas distâncias;
- Modelar esses dados para que possam ser utilizados na heurística do vizinho mais próximo;
- Realizar testes preliminares;
- Efetuar correções se forem necessárias;
- Emitir rotas turísticas com suas distâncias e seus respectivos locais;
- Realizar testes finais com a última versão do algoritmo desenvolvido.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma busca de trabalhos que sejam correlatos a este. Para tal, foi utilizada a plataforma Google Scholar. Utilizando as seguintes expressões como filtro de pesquisa: "Heurística do vizinho mais próximo", “Problema do Caixeiro Viajante aplicado à heurística do vizinho mais próximo” e “vizinho mais próximo”.

Vale ressaltar que a busca foi realizada considerando três frentes: conceitos referentes à importância do turismo na economia, características de rotas turísticas e trabalhos acadêmicos voltados a aplicação da Heurística do vizinho mais próximo.

2. 1 TURISMO E SEUS IMPACTOS NA ECONOMIA

O turismo pode ser compreendido como um fenômeno social, econômico e cultural que implica em um conjunto de atividades realizadas por pessoas durante suas viagens para uma localidade diferente da sua habitual, por um período consecutivo inferior a um ano, com objetivo de lazer, negócios ou outros motivos, desde que não sejam relacionados a uma atividade remunerada no local visitado (OMT, 2010).

Os dados disponibilizados pelo Boletim do Turismo de 2022, do Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), apontam que o estado do Espírito Santo apresentou um crescimento de 38,1% no volume das atividades turísticas em comparação com o mesmo trimestre do ano anterior (ESPÍRITO SANTO, 2022).

No que se refere ao impacto do crescimento do turismo na geração de empregos e na economia, dados estimados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC), desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), relatou um crescimento de mais de 30 mil pessoas empregadas no setor de turismo em comparação com o 1º trimestre de 2021, totalizando cerca de 171 mil pessoas atuando nas Atividades Características do Turismo (ACT) no Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2022).

O crescimento do turismo em uma região, além de acarretar no aumento de empregos, também auxilia na melhora da infraestrutura dessa localidade, que, por sua vez, irá atrair cada vez mais visitantes para essa área turística, ocasionando no crescimento econômico dessa região (SILVA, 2004).

No município de Cachoeiro de Itapemirim/ES, durante a 1ª edição do Seminário Turístico “Revelar Cachoeiro de Itapemirim”, o vice-prefeito, Ruy Guedes, afirmou a importância do turismo na contribuição do desenvolvimento econômico no município:

> “O turismo foi um segmento que sofreu bastante com a pandemia de Covid-19. Agora, com o início da recuperação econômica, é muito importante voltarmos o olhar para esse setor, que é tão importante para nossa região, pois além de contribuir com o desenvolvimento econômico, também é responsável por perpetuar grandes ícones de nossa cidade” (PMCI, 2021)

Em vista disso, faz-se necessário buscar aprimorar o setor turístico, uma vez que a atividade turística possui grande impacto na economia local, de forma que, o aumento ou diminuição desse setor pode influenciar diretamente na geração de renda e emprego dessa localidade.

2. 2 PESQUISA OPERACIONAL E SUAS APLICAÇÕES

A pesquisa operacional foi aplicada oficialmente pela primeira vez em 1938, na Inglaterra por um grupo de especialistas. Destacado entre eles estava Patrick Blackett, que foi considerado o pai da pesquisa operacional e o primeiro a aplicá-la no exército e na marinha (BARROS, 2016).

Um dos problemas mais famosos relacionados à pesquisa operacional é o Problema do Caixeiro Viajante, que foi muito estudado na década de 50 e derivou diversas versões que são apreciadas até hoje, e que, de maneira genérica, podem ser aplicadas nas mais variadas áreas.

As metodologias da pesquisa operacional são fundamentais para direcionar as tomadas de decisões e alocamento de recursos. Elas foram utilizadas por grandes potências, como o exército americano, durante a Segunda Guerra Mundial, ganhando notoriedade nas áreas científicas e de gestão.

A modelagem matemática por trás dessas metodologias é responsável por torná-la aplicável em diversas áreas. Nesse sentido, é feito um estudo direcionado para um problema, sendo possível customizar os métodos relativamente genéricos para que se encaixem e retornem os resultados esperados.

Por isso, neste trabalho, após se analisar o contexto no qual a cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES está inserida, em relação ao turismo, foi possível identificar uma possível solução utilizando especificamente a heurística do vizinho mais próximo.

2.3 HEURÍSTICAS

As heurísticas são procedimentos que têm como objetivo resolver problemas de forma intuitiva e racional, de modo que, será considerado e explorado a estrutura particular do problema de forma inteligente para se obter uma solução adequada. (NICHOLSON, 1971). Em síntese, a heurística é utilizada para alcançar resultados e resolver questões complexas de maneira eficiente e em tempo hábil.

No final dos anos 80, os métodos heurísticos eram utilizados apenas para resolução de problemas de otimização combinatória, na maior parte, dedicados somente a um dado problema específico.

Entretanto, esse paradigma mudou conforme foram surgindo interesse em técnicas mais gerais e que poderiam ser aplicadas em diversos problemas. Essas técnicas foram denominadas de metaheurísticas.

As metaheurísticas são utilizadas em vários problemas. Alguns exemplos são: Busca Tabu (GLOVER, 1997), Algoritmos Genéticos (HOLLAND, 1992) e Colônia de Formigas (BIRATTARI, DORIGO; 2011).

Os métodos heurísticos também são usados para solucionar o problema do caixeiro viajante. Com a utilização de heurísticas é possível encontrar soluções próximas da otimalidade em tempo computacional razoável. No entanto, não se pode garantir se essa é a solução ótima ou quão próxima ela está da solução ótima global (CHAVES, 2003).

Mesmo sem garantia que a solução ótima será encontrada, uma parte das heurísticas irá encontrar uma solução próxima à ótima, ou até mesmo poderá encontrar uma solução ótima para certos casos.

Visando a resolução dos principais problemas de programação linear, pode-se dividir as heurísticas em três grupos: as de construção, as de melhoria, e as compostas (de construção e melhoria).

Uma heurística construtiva cria uma solução a partir do zero, construindo passo a passo, seguindo um conjunto de regras pré-estabelecidas, sem precisar de solução inicial para sua aplicação.

As heurísticas de melhoria, no contexto do problema do caixeiro viajante, buscam reduzir o comprimento do percurso total a partir de uma rota inicial já construída.

Já heurísticas compostas, ou meta-heurísticas, são procedimentos destinados a encontrar uma boa solução, eventualmente a ótima, consistindo na aplicação, em cada passo, de uma heurística subordinada, a qual tem que ser modelada para cada problema específico (ARENALES *et al*., 2007)

Heurísticas de construção de rotas, para o problema do caixeiro viajante, são algoritmos que geram um circuito viável partindo de conjunto inicial de pontos, e modificando esse conjunto a cada iteração, utilizando um critério de escolha.

Dentro das heurísticas construtivas, temos a heurística do vizinho mais próximo, um dos primeiros algoritmos heurísticos aplicados no problema do caixeiro viajante, uma vez que, a cada passo um componente da solução é adicionado (ARENALES *et al*., 2015).

Essa heurística parte-se do ponto de origem e adiciona-se a cada passo o ponto ainda não visitado, cuja distância do último ponto visitado seja mínima. O procedimento é finalizado quando todos os pontos foram visitados. Ao final é feita uma ligação entre o último ponto visitado e o ponto de origem (GOLDBARG; LUNA, 2000).

Utiliza-se esse método para encontrar uma solução inicial para o problema, solução esta que é gradativamente melhorada por outras técnicas e modelos. Tem aplicação simples e rápida e pode ser usada para problemas de alta complexidade (SANTOS, 2006).

A heurística do vizinho mais próximo pode ser considerada um algoritmo guloso. Os algoritmos gulosos são uma técnica utilizada para tentar solucionar problemas de otimização, de modo que, é feito a escolha do que parece ser a melhor opção no momento, com a expectativa de que esta escolha consiga chegar na solução do problema.

Esse algoritmo toma as decisões a partir das informações disponíveis na iteração corrente, sem analisar as consequências e de forma definitiva, ou seja, não pode-se voltar atrás nas decisões (FEOFILOFF, 2010).

A vantagem desse tipo de algoritmo é o fato de ser simples e de fácil implementação, e a desvantagem seria o fato de que nem sempre ele chega na solução do problema, podendo, também, efetuar cálculos repetitivos.

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Cunha, Bonasser e Abrahão (2002) analisam os diferentes experimentos para implementação de heurísticas que possam promover melhorias aplicadas ao problema do Caixeiro Viajante.

O objetivo central gira em torno de, dado uma quantidade de arcos de um roteiro inicialmente criado, é feita a análise e aplicação de estratégias com objetivo de promover melhorias utilizando diferentes critérios de parada. Como uma das estratégias de solução, é utilizado o método do vizinho mais próximo para desenvolvimento de uma das soluções iniciais, que é submetido a melhorias, através de métodos específicos descritos no trabalho.

Visando obter uma resolução para o Problema do Caixeiro viajante, aplicando-o na otimização de rota para distribuição de produtos de uma empresa atacadista de plástico, Bueno *et al* (2015) utiliza das Heurísticas do Vizinho mais Próximo e Sub Circuito Inverso para obter resultados e compará-los com a solução atualmente empregada, obtendo um ganho de 9,4% e 10,5% de economia de distância total, respectivamente.

2. 5 HEURÍSTICA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

A heurística do vizinho mais próximo, proposta por Bellmore e Nemhauser (1968), teve seu uso inicialmente para o problema do caixeiro viajante, e então foi

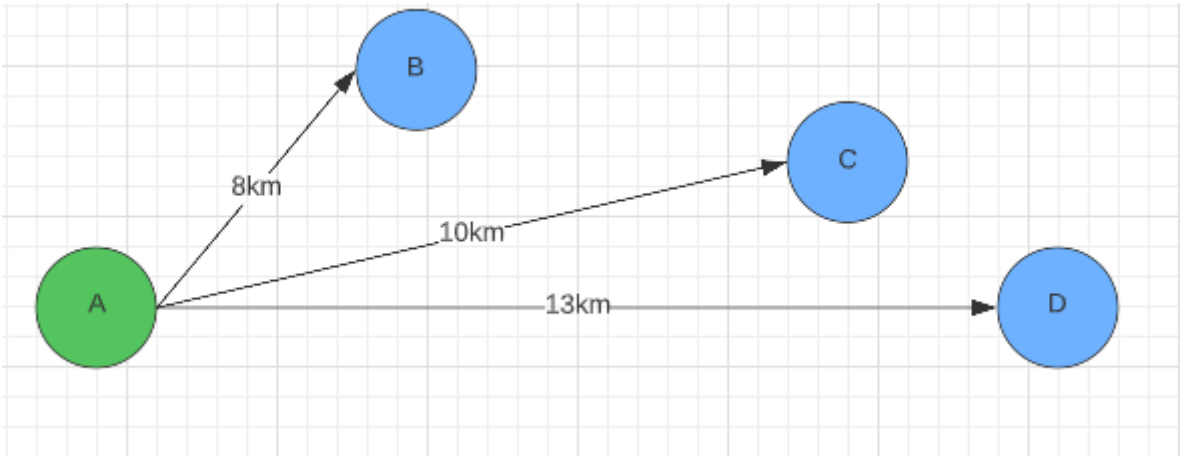
aplicada em trabalhos como na previsão de precipitações utilizando a técnica de previsão por conjuntos (DUTRA E CAMPOS; GOUVÊA JUNIOR, 2017) e no projeto e implementação de circuitos classificadores digitais com controle da generalização (LACERDA, 2006).

Neste contexto, o presente trabalho busca utilizar do descrito conceito para aplicação da heurística do vizinho mais próximo, cujo passo a passo é apresentado a seguir:

1. É definido um conjunto de pontos que irão fazer parte da rota a ser construída. Esses pontos representam os locais a serem visitados. No contexto deste trabalho esses são pontos turísticos da cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES.
2. Dentro do conjunto de pontos, é escolhido o ponto de partida que é marcado como visitado e adicionado a rota;
3. A seguir, é feita a análise de menor distância entre seus vizinhos que não tenham sido visitados ainda. O ponto mais próximo é adicionado à rota e marcado como visitado.
4. Partindo do último ponto visitado, é feito o mesmo procedimento do passo 3, tendo como referência o último ponto que foi adicionado à rota.
5. O passo 4 é repetido até que todos os pontos do conjunto de opções tenham sido adicionados à rota.

Como demonstração da aplicação do passo a passo, foi elaborado o exemplo a seguir:

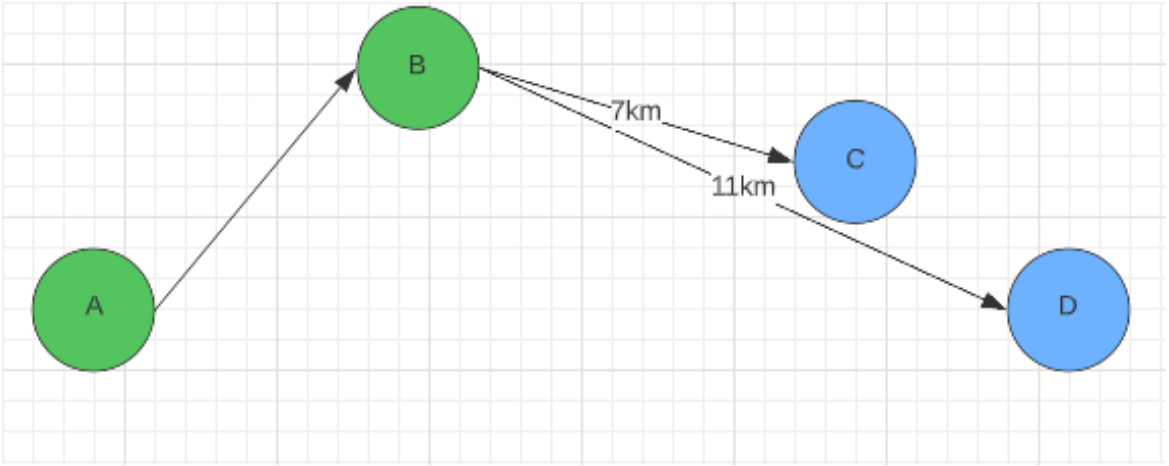
Figura 1 - Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo primeira iteração



Nesse exemplo,existem 4 pontos turísticos, representados pelas letras A, B, C e D, conforme apresentado na Figura 1, e o objetivo é visitar todos os pontos turísticos, utilizando a heurística do vizinho mais próximo como estratégia de decisão.

O ponto turístico A é definido como inicial, e portanto preenchido com a cor verde representando já ter sido visitado. A partir dele, é feita a consulta das distâncias de seus vizinhos não visitados, e definido o vizinho mais próximo como sendo a menor distância entre eles. Como resultado, o ponto turístico B é escolhido como o próximo a ser visitado, conforme exibido na Figura 2.

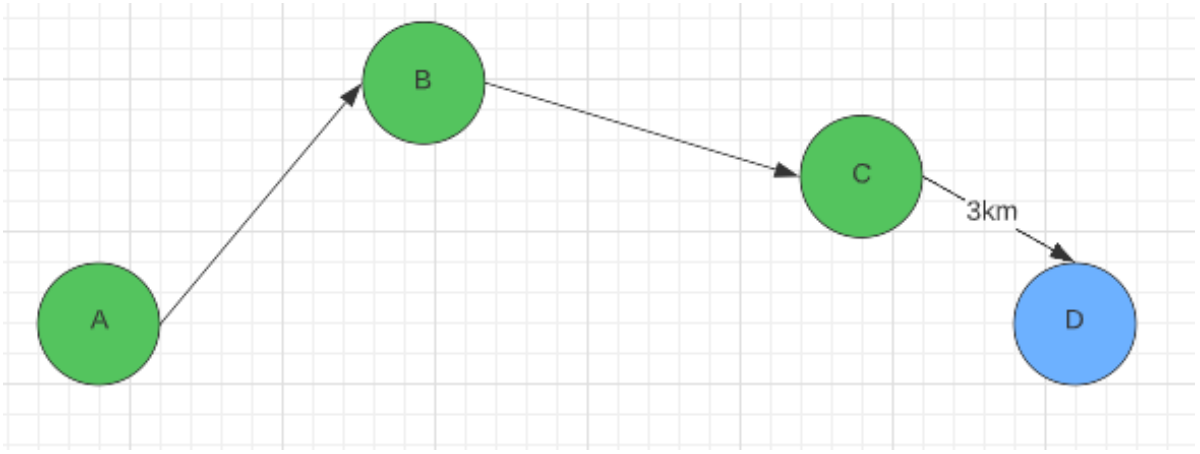
Figura 2 - Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo segunda iteração



Partindo agora do ponto turístico B, é feito a mesma análise, porém agora sem contabilizar a cidade A como uma opção, pois como dito anteriormente, a cidade A já foi visitada.

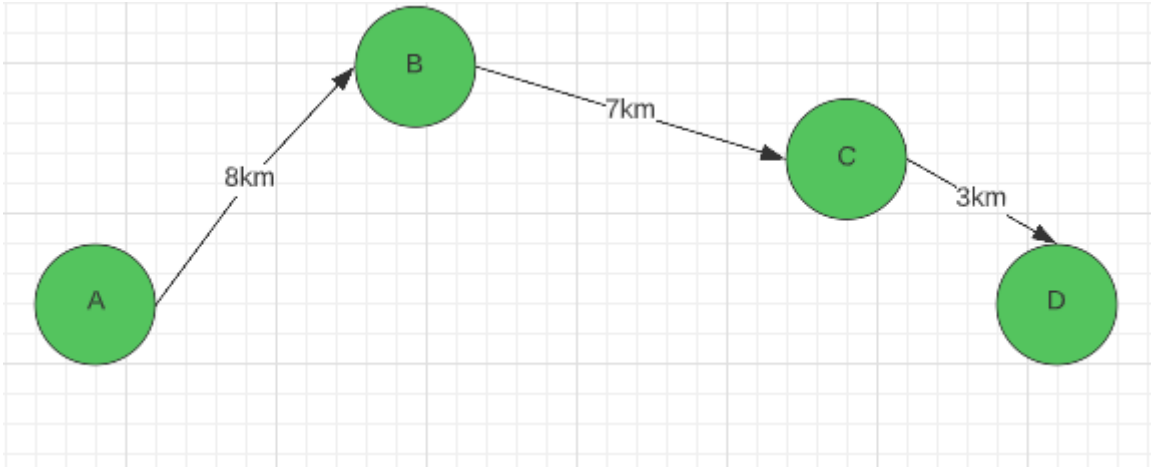
Conclui-se que o vizinho mais próximo - não visitado - de B, é a cidade C, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo terceira iteração



Tendo como a última opção, o ponto turístico não visitado D, ele é então adicionado à rota, como pode ser observado na figura 4.

Figura 4 - Exemplo de aplicação da heurística do vizinho mais próximo quarta iteração



A rota é obtida seguindo a ordem A,B,C e D, tendo como distância total a soma das suas distâncias de ponto a ponto, que nesse caso é de 18 quilômetros.

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho teve início com o levantamento dos pontos turísticos relevantes da cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES, para em seguida ser realizada a modelagem dos dados e desenvolvimento do algoritmo, cujo objetivo é obter uma rota curta utilizando a heurística do vizinho mais próximo.

Os dados foram obtidos através de um formulário público no Google Forms, de modo que, após a coleta, foi realizada uma análise quantitativa dos dados.

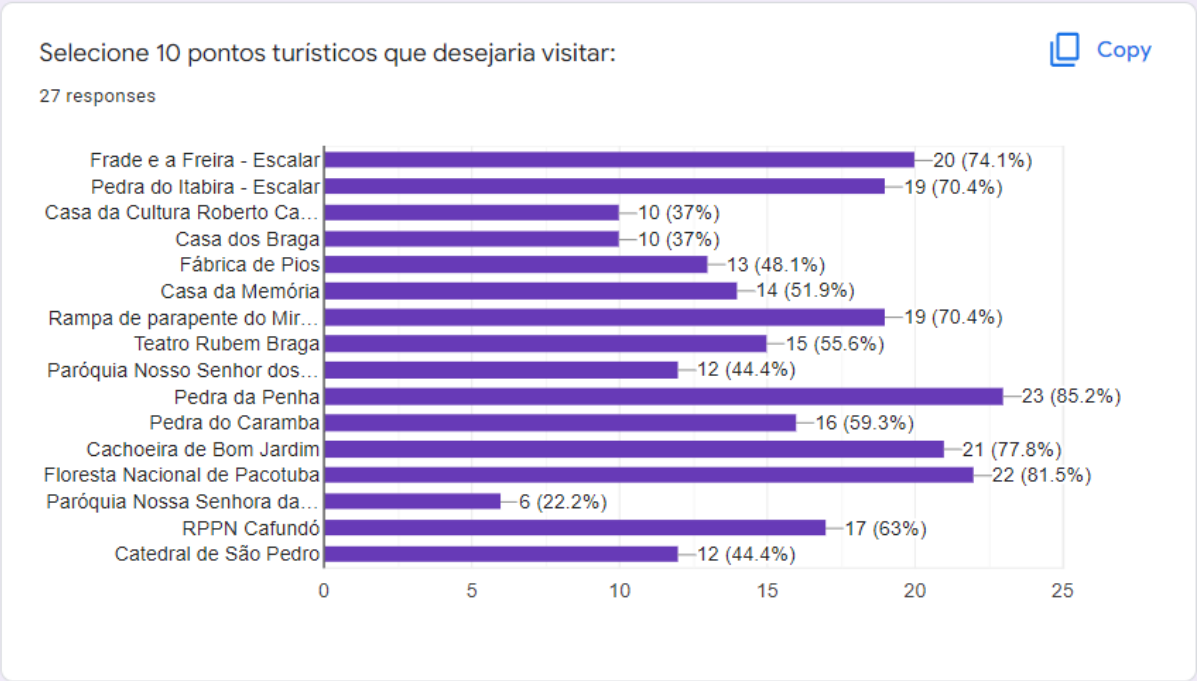
No tocante a escolha dos pontos turísticos para o formulário, foi realizada uma pesquisa no Google utilizando a expressão chave “principais pontos turísticos de Cachoeiro de Itapemirim - ES” e analisados todos os primeiros links da página de resultado, definindo assim 18 pontos turísticos mais buscados, sendo eles:

- Frade e a Freira
- Pedra do Itabira
- Casa da Cultura Roberto Carlos
- Casa dos Braga
- Fábrica de Pios
- Casa da Memória
- Rampa de parapente do Mirante
- Teatro Rubem Braga
- Paróquia Nosso Senhor dos Passos
- Pedra da Penha
- Pedra do Caramba
- Cachoeira de Bom Jardim
- Floresta Nacional de Pacotuba
- Paróquia Nossa Senhora da Consolação
- Fazenda Boa Esperança - RPPN
- Catedral de São Pedro

Após a definição dos pontos turísticos, realizou-se uma pesquisa de opinião, utilizando a plataforma do Google Forms, sendo que o objetivo era que os entrevistados definissem 10 pontos turísticos, dentre os 18 pré-selecionados, que

gostariam de visitar em Cachoeiro de Itapemirim/ES.Os resultados da pesquisa podem ser vistos na Figura 5.

Figura 5 - Pesquisa de opinião



Fonte: Google Forms

Como resultado, os 10 pontos turísticos mais votados foram selecionados para a categoria “gerais” do algoritmo a ser implementado.

Visando criar mais categorias, foi definido que, além dos 10 mais votados, seriam analisados quais pontos turísticos poderiam ser caracterizados como “naturais” ou "culturais". Portanto, os mais votados dentre os pontos turísticos “naturais” e “culturais” foram selecionados.

Na figura 6 são apresentados os 10 pontos turísticos gerais, que correspondem aos 10 mais votados e suas localizações no mapa.

- Frade e a Freira
- Pedra do Itabira
- Pedra da Penha
- Cachoeira de Bom Jardim
- Floresta Nacional de Pacotuba x
- Fazendo Boa Esperança - RPPN

- Rampa de Parapente Mirante
- Pedra do Caramba x
- Casa da Memória x
- Fábrica de Pìos x

Figura 6 - Pontos turísticos gerais

[1]Fonte: Google Maps

Já na figura 7 são apresentados os 6 pontos turísticos naturais e suas localizações no mapa.

- Pedra do Itabira
- Pedra da Penha
- Cachoeira de Bom Jardim
- Floresta Nacional de Pacotuba
- Fazenda Boa Esperança RPPN

[1] Por conta da Fábrica de Pios e Casa da Memória se encontrarem perto do Centro, seus ícones de localização se confundem por conta da escala de distância dos pontos turísticos mais distantes.

- Pedra do Caramba

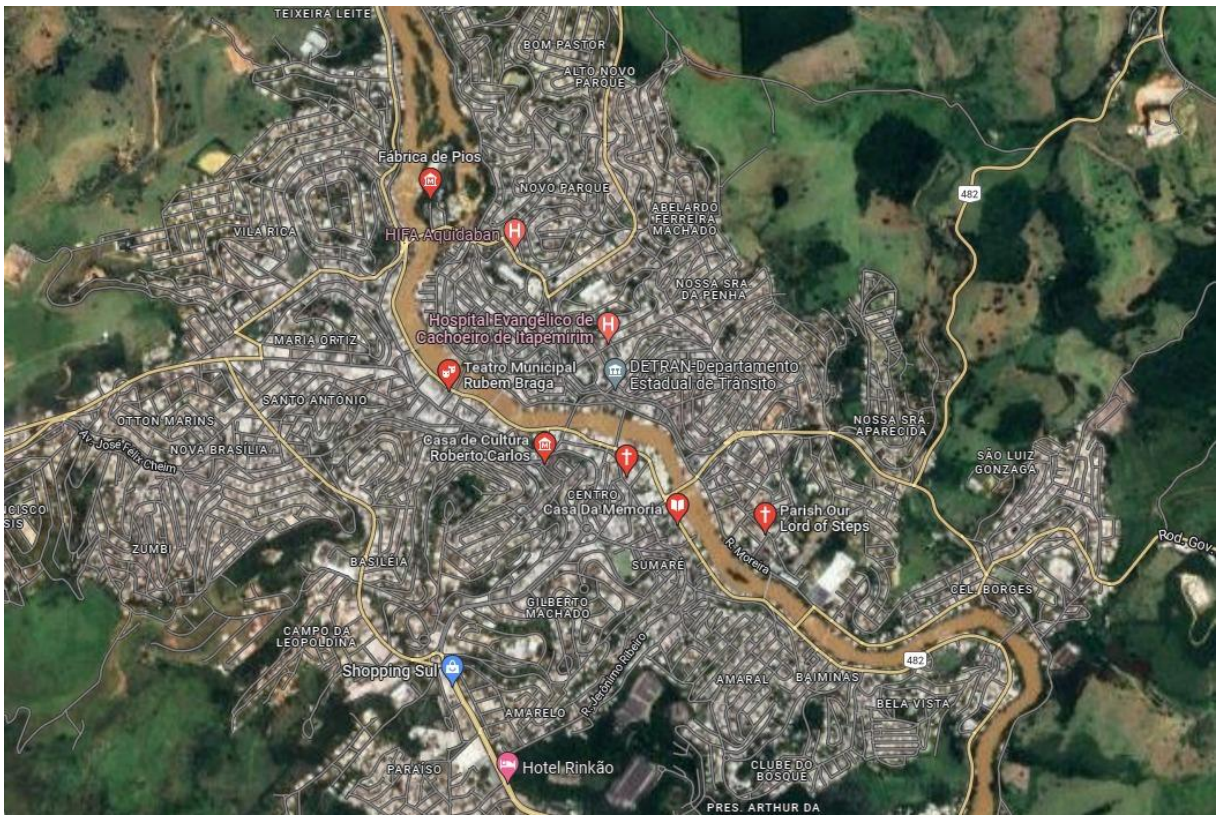
Figura 7 - Pontos turísticos naturais

Fonte: Google Maps

Por fim, na Figura 8 são exibidos os 6 pontos turísticos culturais e suas localizações no mapa.

- Casa da Memória
- Fábrica de Pios
- Catedral de São Pedro
- Casa da Cultura Roberto Carlos
- Teatro Rubem Braga
- Paróquia Nosso Senhor dos Passos

Figura 8 - Pontos turísticos culturais



Fonte: Google Maps

Tendo essa classificação, será possível que o usuário do algoritmo, realize um filtro para seleção dos pontos que serão utilizados na criação da rota. Visto que essa classificação têm influência nas atividades realizadas nas visitas.

Definido os possíveis pontos turísticos de cada categoria, foi realizado o rastreamento de suas distâncias ponto a ponto, para a obtenção de uma matriz de distâncias que será utilizada no cálculo da rota. Essas distâncias foram colhidas no Google Maps, com critério de menor distância possível, utilizando a medida de quilômetros.

Na tabela 1 é exibido a matriz de distâncias entre os pontos turísticos gerais.

A. Frade e a Freira
B. Pedra do Itabira
C. Pedra da Penha
D. Cachoeira de Bom Jardim
E. Floresta Nacional de Pacotuba

F. Fazenda Boa Esperança - RPPN
G. Rampa de Parapente Mirante
H. Pedra do Caramba
I. Casa da Memória
J. Fábrica de Pios

Tabela 1 - Matriz de distância para pontos turísticos gerais

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	20.5	65.4	61.7	50.5	43.2	33.8	30.2	19.6	21.3
B	20.7	0	49.8	46.1	38.0	30.7	18.2	23.1	8.7	9.4
C	66.3	50.2	0	4.8	39.0	31.7	32.0	49.2	43.4	41.3
D	62.7	41.2	4.8	0	35.3	28.1	28.4	45.6	39.7	37.7
E	54.6	34.6	39.4	35.8	0	11.3	39.9	37.4	31.5	29.5
F	43.4	31.3	32.1	28.5	11.2	0	32.5	30.1	24.2	22.2
G	32.5	18.2	32.0	28.5	39.0	31.7	0	32.6	19.8	19.0
H	30.2	28.0	49.2	45.5	37.4	30.1	32.8	0	15.2	14.1
I	19.6	13.4	43.1	39.4	31.3	24.0	18.9	15.0	0	2.4
J	21.4	14.2	41.2	37.6	38.8	38.8	19.0	13.9	2.4	0

Já na tabela 2 são exibidas as distâncias entre os pontos turísticos culturais.

A. Casa da Memória
B. Fábrica de Pios
C. Catedral de São Pedro
D. Casa da Cultura Roberto Carlos
E. Teatro Rubem Braga
F. Paróquia Nosso Senhor dos Passos

Tabela 2 - Matriz de distância para pontos turísticos culturais

	A	B	C	D	E	F
A	0	2.4	0.4	1.0	1.3	0.8
B	2.4	0	2.0	1.7	1.2	2.7
C	0.4	2.0	0	0.7	1.1	1.0
D	1.0	1.7	0.7	0	0.7	1.7
E	1.0	1.0	1.5	0.7	0	2.6
F	0.8	2.9	1.0	1.8	1.9	0

Por fim, na tabela 3 são exibidas as distâncias entre os pontos turísticos naturais.

A. Pedra do Itabira
B. Pedra da Penha
C. Cachoeira de Bom Jardim
D. Floresta Nacional de Pacotuba
E. Fazenda Boa Esperança - RPPN
F. Pedra do Caramba

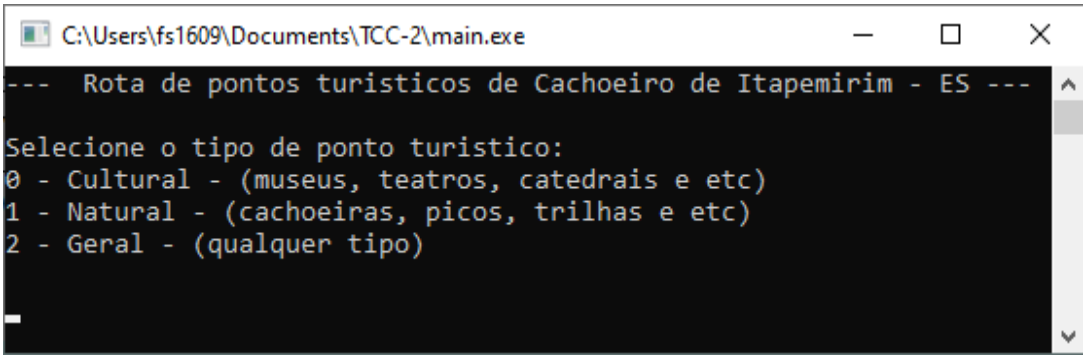
Tabela 3 - Matriz de distância para pontos turísticos naturais

	A	B	C	D	E	F
A	0	49.8	46.1	38.0	30.7	23.1
B	50.5	0	4.8	39.0	31.7	49.2
C	42.7	4.8	0	35.3	28.1	45.6
D	38.8	39.4	35.8	0	11.3	37.4
E	31.3	32.1	28.5	11.2	0	30.1
F	22.7	49.2	45.5	37.4	30.1	0

Depois do levantamento dos dados das matrizes, foi realizada a formatação em arquivos de texto, para que seja feito a importação pelo algoritmo que foi desenvolvido na linguagem C + +.

Concluído a entrada dos dados, o usuário será capaz de selecionar o tipo de ponto turístico, por meio do *prompt* de comando, tendo as opções: Naturais, Culturais e Gerais, conforme exibido na Figura 9.

Figura 9 - Entrada do dado referente ao tipo de ponto turístico que a rota será construída

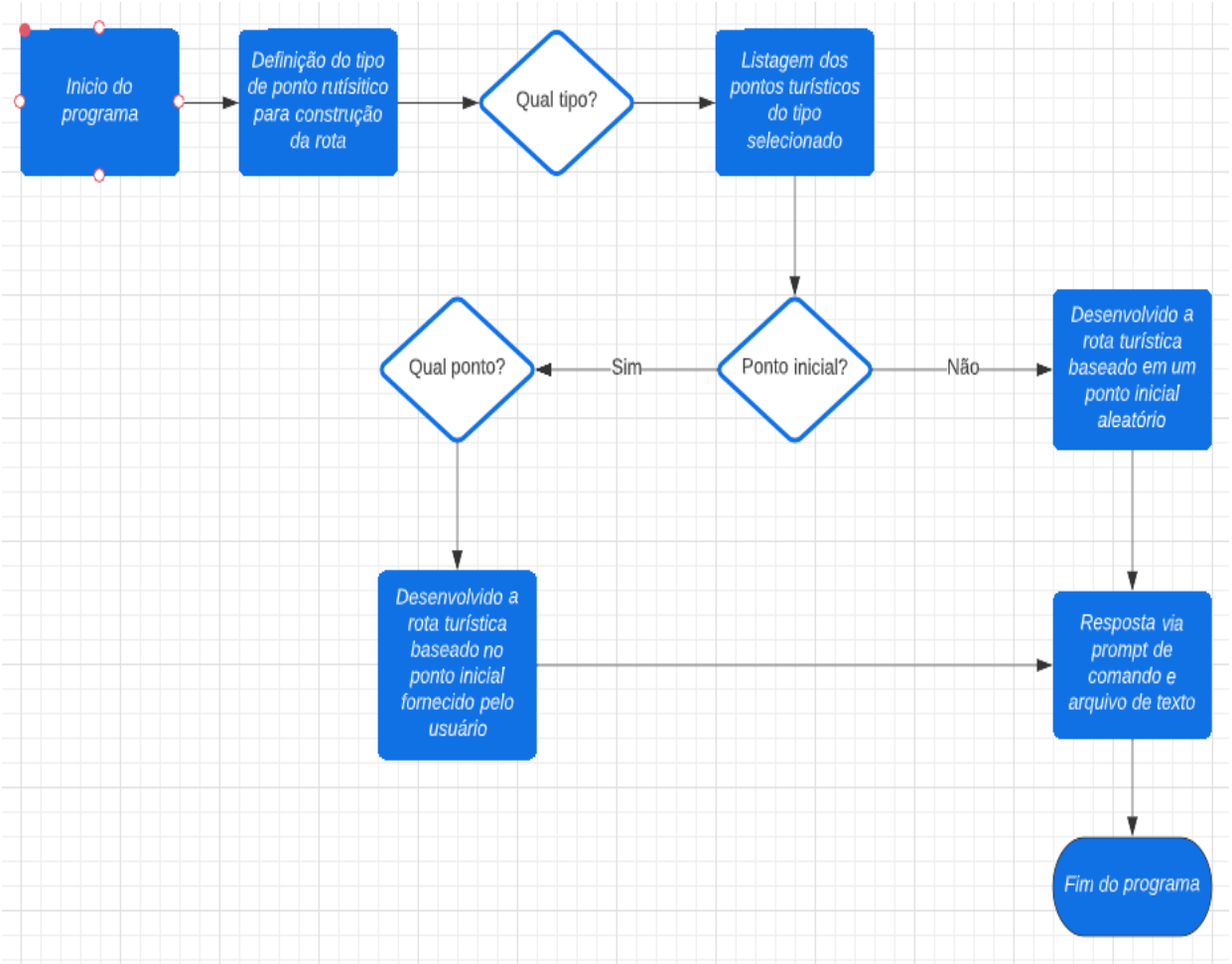


Após a definição do tipo, o sistema irá receber o ponto de partida da rota turística, sendo que, se o usuário não definir, o ponto de partida será escolhido de forma aleatória.

Finalizado a entrada dos dados pelo usuário, será possível aplicar a heurística do vizinho mais próximo para construção da rota turística, sendo o resultado final impresso no *prompt* e armazenado em um arquivo de texto gerado pelo algoritmo dentro da pasta da aplicação.

O funcionamento do algoritmo segue o fluxograma apresentado na figura 10.

Figura 10 - Diagrama de fluxo



4. RESULTADOS OBTIDOS

O algoritmo foi desenvolvido na linguagem de programação C + + e os testes executados em um notebook com 8 GB de memória RAM, SSD de 256GB e processador Intel(R) Core(TM) i5-8250 U.

Para ilustrar os resultados obtidos, serão apresentados alguns exemplos de execução do algoritmo. Esses exemplos apresentam alguns resultados para os dois casos descritos durante o trabalho: gerar a rota de um ponto inicial definido e outra rota partindo de um ponto inicial aleatório.

4.1. ROTA TURÍSTICA GERAL

4.1.1 INÍCIO ALEATÓRIO

Para a criação da rota turística geral com o ponto turístico inicial aleatório, obteve-se, para o exemplo descrito na Figura 11, o “Frade e a Freira” como início, concluindo o trajeto na “Floresta Nacional de Pacotuba”. O custo total em quilômetros resultou em 158,30 km.

Figura 11 - Resultado para o início em “Frade e a Freira”

```
C:\Users\fs1609\Documents\TCC-2\main.exe

---  Rota de pontos turisticos de Cachoeiro de Itapemirim - ES ---

Selecione o tipo de ponto turistico:
0 - Cultural - (museus, teatros, catedrais e etc)
1 - Natural - (cachoeiras, picos, trilhas e etc)
2 - Geral - (qualquer tipo)

2

Pontos turisticos disponiveis:

1 -  Frade e a Freira

2 -  Pedra do Itabira

3 -  Pedra da Penha

4 -  Cachoeira de Bom Jardim

5 -  Floresta Nacional de Pacotuba

6 -  Fazenda Boa Esperanca - RPPN

7 -  Rampa de Parapente Mirante

8 -  Pedra do Caramba

9 -  Casa da Memoria

10 -  Fabrica de Pios


Deseja iniciar o trajeto a partir de um ponto ou aleatoriamente?
0 - A partir de um ponto
1 - Aleatoriamente
1


Tipo de Rota: Geral

1 - Frade e a Freira

2 - Casa da Memoria

3 - Fabrica de Pios

4 - Pedra do Caramba

5 - Pedra do Itabira

6 - Rampa de Parapente Mirante

7 - Cachoeira de Bom Jardim

8 - Pedra da Penha

9 - Fazenda Boa Esperanca - RPPN

10 - Floresta Nacional de Pacotuba


Custo total em quilometros: 158.30
```

Dentro da solução encontrada, caso os pontos 9 e 10 tivessem sido trocados de ordem, ou seja, obtendo uma rota diferente da proposta pelo algoritmo, o trajeto teria seu custo total em quilômetros aumentado em 9,7 km.

4.1.2 INÍCIO DEFINIDO PELO USUÁRIO

Para a criação da rota turística Geral com o ponto turístico inicial definido pelo usuário, obteve-se, para o exemplo descrito na Figura 12, a “Rampa de Parapente Mirante” como início, concluindo o trajeto no “Frade e a Freira”. O custo total em quilômetros resultou em 191,40 km.

Figura 12 - Resultado para o início em “Rampa de Parapente Mirante”

```
C:\Users\fs1609\Documents\TCC-2\main.exe

---  Rota de pontos turisticos de Cachoeiro de Itapemirim - ES ---

Selecione o tipo de ponto turistico:
0 - Cultural - (museus, teatros, catedrais e etc)
1 - Natural - (cachoeiras, picos, trilhas e etc)
2 - Geral - (qualquer tipo)

2

Pontos turisticos disponiveis:

1 -  Frade e a Freira

2 -  Pedra do Itabira

3 -  Pedra da Penha

4 -  Cachoeira de Bom Jardim

5 -  Floresta Nacional de Pacotuba

6 -  Fazenda Boa Esperanca - RPPN

7 -  Rampa de Parapente Mirante

8 -  Pedra do Caramba

9 -  Casa da Memoria

10 -  Fabrica de Pios


Deseja iniciar o trajeto a partir de um ponto ou aleatoriamente?
0 - A partir de um ponto
1 - Aleatoriamente
0
Caso queira iniciar a rota de algum ponto, digite o seu valor na ordem listada anteriormente:
7


Tipo de Rota: Geral

1 - Rampa de Parapente Mirante

2 - Pedra do Itabira

3 - Casa da Memoria

4 - Fabrica de Pios

5 - Pedra do Caramba

6 - Fazenda Boa Esperanca - RPPN

7 - Floresta Nacional de Pacotuba

8 - Cachoeira de Bom Jardim

9 - Pedra da Penha

10 - Frade e a Freira


Custo total em quilometros: 191.40
--------------------------------
Process exited after 9.864 seconds with return value 0
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

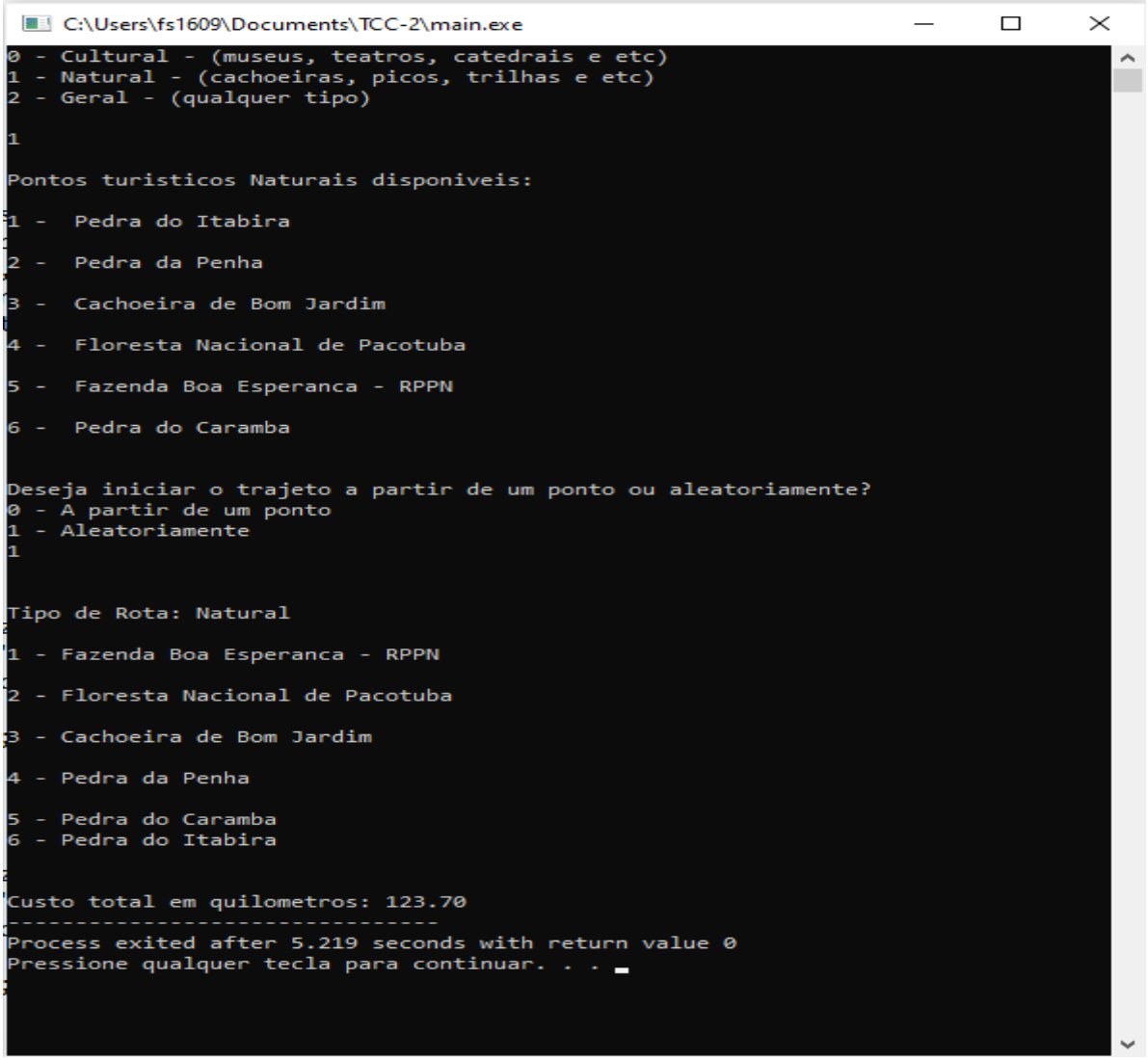
Dentro da solução encontrada, caso os pontos 9 e 10 tivessem sido trocados de ordem, ou seja, obtendo uma rota diferente da proposta pelo algoritmo, o trajeto teria seu custo total em quilômetros aumentado em 57 km.

4.2. ROTA TURÍSTICA NATURAL

4.2.1 INÍCIO ALEATÓRIO

Para a criação da rota turística Natural com o ponto turístico inicial aleatório, obteve-se, para o exemplo descrito na Figura 13, a “Fazenda Boa Esperança - RPPN” como início, concluindo o trajeto na “Pedra do Itabira”. O custo total em quilômetros resultou em 123,70 km.

Figura 13 - Resultado para o início em “Fazenda Boa Esperança - RPPN”



Dentro da solução encontrada, caso os pontos 9 e 10 tivessem sido trocados de ordem, ou seja, obtendo uma rota diferente da proposta pelo algoritmo, o trajeto teria seu custo total em quilômetros aumentado em 1,7 km.

4.2.2 INÍCIO DEFINIDO PELO USUÁRIO

Para a criação da rota turística Natural com o ponto turístico inicial definido pelo usuário, obteve-se, para o exemplo descrito na Figura 14, a “Pedra do Caramba” como início, concluindo o trajeto na “Pedra da Penha”. O custo total em quilômetros resultou em 105,20 km.

Figura 14 - Resultado da rota turística do tipo Natural para o início em “Pedra do Caramba”

```
C:\Users\fs1609\Documents\TCC-2\main.exe

---  Rota de pontos turisticos de Cachoeiro de Itapemirim - ES ---

Selecione o tipo de ponto turistico:
0 - Cultural - (museus, teatros, catedrais e etc)
1 - Natural - (cachoeiras, picos, trilhas e etc)
2 - Geral - (qualquer tipo)

1

Pontos turisticos Naturais disponiveis:

1 -  Pedra do Itabira

2 -  Pedra da Penha

3 -  Cachoeira de Bom Jardim

4 -  Floresta Nacional de Pacotuba

5 -  Fazenda Boa Esperanca - RPPN

6 -  Pedra do Caramba


Deseja iniciar o trajeto a partir de um ponto ou aleatoriamente?
0 - A partir de um ponto
1 - Aleatoriamente
0
Caso queira iniciar a rota de algum ponto, digite o seu valor na ordem listada anteriormente:
6


Tipo de Rota: Natural

1 - Pedra do Caramba
2 - Pedra do Itabira

3 - Fazenda Boa Esperanca - RPPN

4 - Floresta Nacional de Pacotuba

5 - Cachoeira de Bom Jardim

6 - Pedra da Penha


Custo total em quilometros: 105.20
--------------------------------
Process exited after 6.263 seconds with return value 0
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

Dentro da solução encontrada, caso os pontos 9 e 10 tivessem sido trocados de ordem, ou seja, obtendo uma rota diferente da proposta pelo algoritmo, o trajeto teria seu custo total em quilômetros aumentado em 3,7 km.

4.3. ROTA TURÍSTICA CULTURAL

4.3.1 INÍCIO ALEATÓRIO

Para a criação da rota turística cultural com o ponto turístico inicial aleatório, obteve-se, para o exemplo descrito na Figura 15, o “Teatro Rubem Braga” como início, concluindo o trajeto na “Fábrica de Pios”. O custo total em quilômetros resultou em 5,50 km.

Figura 15 - Resultado da rota turística do tipo Cultural para o início em “Teatro Rubem Braga”

```
C:\Users\fs1609\Documents\TCC-2\main.exe
---  Rota de pontos turisticos de Cachoeiro de Itapemirim - ES ---

Selecione o tipo de ponto turistico:
0 - Cultural - (museus, teatros, catedrais e etc)
1 - Natural - (cachoeiras, picos, trilhas e etc)
2 - Geral - (qualquer tipo)

0

Pontos turisticos Culturais disponiveis:

1 -  Casa da Memoria

2 -  Fabrica de Pios

3 -  Catedral de Sao Pedro

4 -  Casa da Cultura Roberto Carlos

5 -  Teatro Rubem Braga

6 -  Paroquia Nosso Senhor dos Passos


Deseja iniciar o trajeto a partir de um ponto ou aleatoriamente?
0 - A partir de um ponto
1 - Aleatoriamente
1


Tipo de Rota: Cultural

1 - Teatro Rubem Braga

2 - Casa da Cultura Roberto Carlos

3 - Catedral de Sao Pedro

4 - Casa da Memoria

5 - Paroquia Nosso Senhor dos Passos
6 - Fabrica de Pios


Custo total em quilometros: 5.50
--------------------------------
Process exited after 6.647 seconds with return value 0
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

Dentro da solução encontrada, caso os pontos 9 e 10 tivessem sido trocados de ordem, ou seja, obtendo uma rota diferente da proposta pelo algoritmo, o trajeto teria seu custo total em quilômetros aumentado em 1,4 km.

4.3.2 INÍCIO DEFINIDO PELO USUÁRIO

Para a criação da rota turística cultural com o ponto turístico inicial definido pelo usuário, obteve-se, para o exemplo descrito na Figura 16, a “Paróquia Nosso Senhor dos Passos” como início, concluindo o trajeto na "Fábrica de Pios”. O custo total em quilômetros resultou em 3,60 km.

Figura 16 - Resultado da rota turística do tipo Natural para o início em "Paróquia Nosso Senhor dos Passos”

```
C:\Users\fs1609\Documents\TCC-2\main.exe
---  Rota de pontos turisticos de Cachoeiro de Itapemirim - ES ---

Selecione o tipo de ponto turistico:
0 - Cultural - (museus, teatros, catedrais e etc)
1 - Natural - (cachoeiras, picos, trilhas e etc)
2 - Geral - (qualquer tipo)

0

Pontos turisticos Culturais disponiveis:

1 -  Casa da Memoria

2 -  Fabrica de Pios

3 -  Catedral de Sao Pedro

4 -  Casa da Cultura Roberto Carlos

5 -  Teatro Rubem Braga

6 -  Paroquia Nosso Senhor dos Passos


Deseja iniciar o trajeto a partir de um ponto ou aleatoriamente?
0 - A partir de um ponto
1 - Aleatoriamente
0
Caso queira iniciar a rota de algum ponto, digite o seu valor na ordem listada anteriormente:
6


Tipo de Rota: Cultural

1 - Paroquia Nosso Senhor dos Passos
2 - Casa da Memoria

3 - Catedral de Sao Pedro

4 - Casa da Cultura Roberto Carlos

5 - Teatro Rubem Braga

6 - Fabrica de Pios


Custo total em quilometros: 3.60
--------------------------------
Process exited after 5.083 seconds with return value 0
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

Dentro da solução encontrada, caso os pontos 9 e 10 tivessem sido trocados de ordem, ou seja, obtendo uma rota diferente da proposta pelo algoritmo, o trajeto teria seu custo total em quilômetros aumentado em 1,2 km.

4.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Como supracitado nos tópicos anteriores, foi realizada uma simulação de desvio nos últimos dois pontos turísticos da rota construída pelo algoritmo. Realizado o cálculo, antes e após esse desvio, foi exposto, em todos os exemplos, que a rota aumentou, chegando a um aumento de 33% em um dos casos. Feita a análise, foram elaboradas as tabelas 4 e 5 para demonstrar os resultados para início aleatório e pré-definido, respectivamente.

Tabela 4 - Início aleatório

	HVMP (km)	Com desvio (km)	Diferença (%)
Geral	158,30	168,00	+6
Natural	105,20	108,7	+3
Cultural	3,60	4,80	+33

Tabela 5 - Início pré-definido

	HVMP (km)	Com desvio (km)	Diferença (%)
Geral	191,40	248	+29
Natural	123,70	125,4	+1
Cultural	5,50	6,9	+25

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi implementado um algoritmo para a criação de rotas turísticas, utilizando a heurística do vizinho mais próximo, tendo a opção de iniciar a rota turística em um ponto turístico aleatório, ou definido pelo usuário.

Foram consideradas fontes de pesquisas visando simular as etapas que as pessoas que querem visitar determinados lugares geralmente realizam, como uma simples pesquisa no Google observando todas as opções de links da primeira página.

Visando a usabilidade real, foi definida a opção de iniciar a rota de um determinado ponto. Com isso, se torna possível que usuários que não abrem mão da visita a um local, ou já estão mais próximos desse ponto turístico, possam visitar seus vizinhos mais próximos. Em paralelo, caso a necessidade seja uma rota turística iniciando de qualquer ponto, nos casos que não se enquadram nos citados acima, também é possível gerar uma rota eficiente.

Para trabalhos futuros, recomenda-se aumentar as opções de pontos turísticos e seus tipos. Analogamente, também é interessante utilizar heurísticas de refinamento, para o caso do usuário exigir a rota mais curta dentre todas as possíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa Operacional**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa Operacional.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

BELLMORE, M.; NEMHAUSER, G. L. **The traveling salesman problem:** A survey, v. 16, n. 3. Operations Research, 1968.

BARROS, A. C. C.; BONINI, A .C.*;* CRUZ, F.; KELLNER, F. L.; SILVA. N. G.; OENING, A. P. Um estudo teórico sobre a história da pesquisa operacional. **Caderno de Artigos Científicos e Resumos Expandidos,** Curitiba, v.1, n.4, 20 jun. 2016.

BIRATTARI, M.; DORIGO, M. Ant colony optimization. **Encyclopedia of machine learning**, 2011.

CHAVES, A. **A. Modelagens Exata e Heurística para Resolução do Problema do Caixeiro Viajante com Coleta de Prêmios**. 2003. Monografia (Graduação) – Curso de Ciências da Computação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

CUNHA, C. B,; BONASSER, U. O.; ABRAHÃO, F. T. M, **Experimentos computacionais com heurísticas de melhorias para o problema do caixeiro viajante.** *In:* CONGRESSO DA ANPET, 16, 2002, Natal. **Anais** [...]. Natal, RN: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2002.

DUTRA E CAMPOS, M. F; GOUVÊA JÚNIOR, M. M. **Previsão de precipitações utilizando a técnica de previsão por conjuntos e um algoritmo baseado no vizinho mais próximo.** *In:* WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCAMA), 8. , 2017, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

ESPÍRITO SANTO. Fundação de amparo à pesquisa e inovação do Espírito Santo; Instituto Jones dos Santos Neves; Secretaria de estado do turismo do estado do Espírito Santo. **Economia do Turismo no Espírito Santo:** 1º Trimestre de 2022. Vitória, 09 jun. 2022. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/component/attachments/download/7924>. Acesso em 18 jul. 2022.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Jones dos Santos Neves. **Economia do Turismo no Espírito Santo cresce quase 40% em 2022.** Vitória, 09 jun. 2022. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/artigos/6241-economia-do-turismo-no-espirito-santo-cresce-quase-40-em-2022>. Acesso em 18 jul. 2022.

FEOFILOFF, P. **Algoritmos gulosos**. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~pf/analise_de_algoritmos/aulas/guloso.html>. Acesso em: 21 ago. 2022.

GLOVER, F. Tabu search and adaptive memory programming: Advances, applications and challenges. **Interfaces in computer science and operations research**, 1997

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização combinatória e programação linear**: modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

BEM. A. R.; BUENO. G.; KANEZAWA, R. A. C; MORO, M. F. Otimização de Rotas: Um estudo de caso em uma empresa do Setor Atacadista. **Revista Espacios**, Caracas, v. 36, n. 7, 13 fev. 2015. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a15v36n07/15360712.html>. Acesso em: 21 ago. 2022.

HOLLAND, J. H. Genetic algorithms. **Scientific American**, JSTOR, v. 267, n. 1, 01 jul. 1992.

LACERDA, W. S. **Projeto e implementação de circuitos classificadores digitais com controle da generalização baseado na regra do vizinho-mais-próximo modificada.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 22 fev. 2006.

NICHOLSON, T. A. J. **Optimization in industry, optimization techniques**. 1. ed, v. 1. New York: Longman Group Limited, 1971.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO. **International Recommendations for Tourism Statistics 2008**. Series M No. 83/Rev.1, New York, 2010. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_83rev1e.pdf>. Acesso em 18 jul. 2022.

RABAHY, W. A. Análise e perspectivas do turismo no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, São Paulo, v. 14, n. 1, 15 dez. 2019. Disponível em: <https://rbtur.org.br/rbtur/article/view/1903/1330>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTOS, R. L. **Uma aplicação de algoritmos de colônias de formigas em problemas de roteirização de veículos com janelas de tempo**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SEMINÁRIO REVELAR: 1º dia destaca importância de Roberto Carlos para turismo em Cachoeiro. **Jornalismo PMCI**, Cachoeiro de Itapemirim, 03 nov. 2021. Disponível em: <https://www.cachoeiro.es.gov.br/noticias/seminario-revelar-1o-dia-destaca-importancia-de-roberto-carlos-para-turismo-em-cachoeiro/>. Acesso em 18 jul. 2022.

SILVA, K.C.M. **A importância do turismo para o desenvolvimento econômico do Estado do Espírito Santo.** 2004. Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2004.