

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Greici da Rosa da Cruz

SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE MARKETING DIRETO COM CANIBALISMO: MÉTODOS EXATOS E HEURÍSTICOS

Santa Maria, RS
2020

Greici da Rosa da Cruz

SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE MARKETING DIRETO COM CANIBALISMO: MÉTODOS EXATOS E HEURÍSTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PGCC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciência da Computação**.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Martins Müller

Santa Maria, RS

2020

Cruz, Greici da Rosa da

Solução do Problema de Marketing Direto com Canibalismo:
métodos exatos e heurísticos/ por Greici da Rosa da Cruz. –
2020. 96p.; 30 cm.

Orientador: Felipe Martins Müller
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Com-
putação, RS, 2020.

1 Marketing Direto. Modelagem Matemática. Canibalismo. Heurística.
I. Müller, Felipe Martins. II. Título.

© 2020

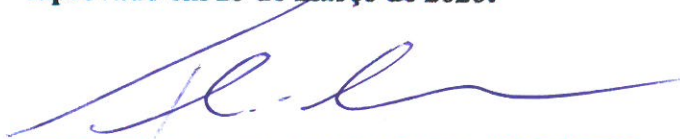
Todos os direitos autorais reservados a Greici da Rosa da Cruz. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho somente poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: inf.greici@gmail.com

SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE MARKETING DIRETO COM CANIBALISMO: MÉTODOS EXATOS E HEURÍSTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciência da Computação**.

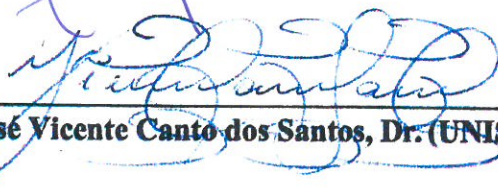
Aprovado em 23 de março de 2020:



Felipe Martins Müller, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Gédson Mário Borges Dal Forno, Dr. (UFSM)



José Vicente Canto dos Santos, Dr. (UNISINOS)

Santa Maria, RS

2020

AGRADECIMENTOS

Não foi fácil, tampouco tranquilo. Porém é necessário agradecer a todas essas pessoas que ajudaram eu chegar até aqui.

A meu Pai, José Itacir da Cruz (*in memoriam*), que com certeza em vida estaria orgulhoso por mais esta conquista, e onde quer que ele esteja, tenho a certeza que estará sempre ao meu lado.

A minha mãe, Eliane Aparecida da Rosa da Cruz, que quando tudo parecia que não daria certo, ela falava para ter calma, que era somente uma fase, que iria passar. Passou. Ela tinha razão, como em outras inúmeras vezes.

Minha irmã, Kelen da Rosa da Cruz, pela infinita bondade, pela espontaneidade e por estar sempre presente, mesmo quando nem eu mesmo queria.

Ao meu orientador, Dr. Felipe Martins Müller, toda minha gratidão e honra por fazer parte do Grupo de Pesquisa. E por todas as conversas, pela sabedoria, pela experiência compartilhada, pelo aprendizado, por acreditar e confiar quando nem eu mesmo achava que daria certo, meu muito obrigada.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa, especialmente Iaê Bonilha e Vanessa Schneider, por toda sabedoria compartilhada e paciência nesses dois anos.

Aos meus colegas da empresa Planalto Transportes Ltda., meu agradecimento por entenderem a minha indisponibilidade e por segurarem as “pontas” na minha ausência.

José Luiz Nunes da Costa, fostes meu avesso, calmaria quando tudo era tempestade. Ajudou acessar meus arquivos e digitar meus resultados quando mais precisei, mesmo sem entender nada. Meu sincero agradecimento.

Ao professor Vinicius Jacques Garcia, meu reconhecimento pelo auxílio prestado no início dessa jornada, suas explicações também foram fundamentais.

Aos meus afilhados, Ana Carolina Silva de Jesus, Guilherme Follmann Lange, Luiz Gustavo Leal e Taina da Rosa Lopes, meus amores, vocês fazem parte da minha vida, da melhor maneira possível.

Aos meus amigos, que entenderam a minha ausência e estavam sempre ali, apoiando, acreditando e incentivando em todos os momentos. E tantas outras pessoas que ajudaram de alguma maneira, para que esse sonho pudesse se tornar realidade.

E finalmente, Deus, por me permitir chegar até aqui e concluir da melhor maneira possível. Que venha muito mais, pois o mundo é dos que acreditam nos sonhos. Hoje posso dizer que não foi fácil, mas que valeu cada segundo.

Com carinho,

Greici da Rosa da Cruz

RESUMO

SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE MARKETING DIRETO COM CANIBLISMO: MÉTODOS EXATOS E HEURÍSTICOS

AUTORA: GREICI DA ROSA DA CRUZ
ORIENTADOR: FELIPE MARTINS MÜLLER

Palavras-chave: Marketing Direto. Modelagem Matemática. Canibalismo. Heurística.

Hoje o mundo globalizado possui grande volume de dados disponíveis e que se tornam fundamentais para empresas criarem estratégias para obter vantagens e se destacar em um mercado cada vez mais competitivo. Os clientes estão cada vez mais exigentes, tornando necessário as organizações criarem métodos para atingi-los de forma direcionada e interessante, viabilizando o uso do marketing direto. O marketing direto é um conjunto de estratégias que as empresas utilizam para mensurar a melhor alternativa para determinado público alvo, buscando satisfazer a necessidade de cada indivíduo, buscando maximizar as potencialidades das organizações. Diante desse contexto, esta pesquisa resolve o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, utilizando métodos exatos e heurísticos, mostrando que o melhor algoritmo heurístico existente na literatura não é robusto. Além disso, é inserido o efeito Canibalismo, que ocorre quando dois produtos disputam o mesmo mercado entre si e não devem ser ofertados simultaneamente para o mesmo cliente. Foi realizada a inserção do efeito Canibalismo nos modelos exatos e heurísticos que vem sendo estudados e comparados. Este problema mostra que os algoritmos têm uma dificuldade elevada de tratar instâncias de grandes dimensões, que são situações próximas da realidade, para isso propõe-se o uso de meta-heurísticas. Realizou-se testes com 358 instâncias, sem e com efeito de Canibalismo, obtendo 5864 resultados referentes ao Modelo 1, Modelo 2, heurística H-R1, H-R2, meta-heurística Tabu GRASP e critérios de Dissimilaridade e Similaridade. São realizadas comparações com todos os outros artigos existentes na literatura, onde obteve-se resultados robustos e com melhor desempenho para grande maioria dos problemas. Os arquivos usados na pesquisa para aplicação dos métodos exatos e heurísticos, estão disponíveis no GitHub (www.github.com), através do link <https://github.com/greici/MARKETING-DIRETO-COM-CANIBALISMO-METODOS-EXATOS-E-HEURISTICOS>, a fim de auxiliar a comunidade acadêmica, em novas pesquisas com Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos.

ABSTRACT

DIRECT MARKETING PROBLEM SOLUTION WITH CANNIBALISM: EXACT AND HEURISTIC METHODS

AUTHOR: GREICI DA ROSA DA CRUZ

ADVISOR: FELIPE MARTINS MÜLLER

Keywords: Direct Marketing. Mathematical Modeling. Cannibalism. Heuristic.

Today, the globalized world has a large volume of available data, which is essential for companies to create strategies to obtain advantages and stand out in an increasingly competitive market. Customers are increasingly demanding, making it necessary for the organizations to create methods to reach them in a targeted and interesting way, enabling the use of direct marketing. Direct marketing is a set of strategies that companies use to measure the best alternative to a given target audience, seeking to satisfy the need of each aiming to maximize the potentialities of organizations. In this context, this research solves the Direct Marketing Problem with Product Offering, using exact and heuristic methods, showing that the best heuristic algorithm in the literature is not robust. Also, the Cannibalism effect is inserted, which occurs when two products dispute the same market with each other and should not be offered simultaneously to the same customer. The insertion of the Cannibalism effect was performed in the exact and heuristic models that have been studied and compared. This problem shows that algorithms have a high difficulty in dealing with large instances, which are situations to close to reality, for this, it proposes the use of meta-heuristics. Tests were performed with 358 instances, without and with the effect of Cannibalism, obtaining 5864 results related to Model 1, Model 2, heuristic H-R1, H-R2, Meta-heuristic Tabu GRASP, and dissimilarity and similarity criteria. Comparisons are made with all other articles existing in the literature, which robust results and better performance are obtained for the vast majority of problems. The files used in the search for the application of the exact and heuristic methods are available on GitHub (www.github.com), through the link <https://github.com/greici/MARKETING-DIRETO-COM-CANIBALISMO-METODOS-EXATOS-E-HEURISTICOS>, to assist the academic community, in new research with Direct Marketing Problem with Product Offering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Instância S1-5-5-1-S-CAN.txt	21
Figura 2 – Fases do Estudo em Pesquisa Operacional.....	34
Figura 3 – Metodologia de PO utilizada nessa dissertação.....	34
Figura 4 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 324 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Similares e Dissimilares.....	42
Figura 5 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 16 instâncias de grande porte sem Canibalismo, com Canibalismo, Similares e Dissimilares.....	43
Figura 6 – Comparação meta-heurística Tabu GRASP para 16 instâncias de grande porte sem Canibalismo, com Canibalismo, Similares e Dissimilares.....	44
Figura 7 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 18 instâncias Estratificadas sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.....	45
Figura 8 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 18 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estrutura do projeto de dissertação.....	17
Quadro 2 – Nomenclatura dos conjuntos utilizados no modelo.....	19
Quadro 3 – Nomenclatura dos parâmetros propostos no modelo.....	19
Quadro 4 – Nomenclatura das variáveis de decisão.....	19
Quadro 5 – Nomenclatura dos arquivos das instâncias	20
Quadro 6 – Combinação de pares.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pares Canibais no conjunto de instâncias de grande porte	28
Tabela 2 – Pares Canibais no conjunto de instâncias estratificadas.....	29
Tabela 3 Trabalhos relacionados ao presente estudo.....	31
Tabela 4 – Análise da heurística H-R1 e H-R2 para 324 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.....	42
Tabela 5 – Análise da heurística H-R1 e H-R2 para 18 instâncias Estratificadas sem Canibalismo, com Canibalismo, dissimilares e Similares.....	45
Tabela 6 – Resultados sem Canibalismo do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	53
Tabela 7 – Resultados com Canibalismo do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R2.....	59
Tabela 8 – Resultados da aplicação do critério de Dissimilaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	67
Tabela 9 – Resultados da aplicação do critério de Similaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.	73
Tabela 10 – Resultados sem Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	78
Tabela 11 – Resultados sem Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	79
Tabela 12 – Resultados com Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	80
Tabela 13 – Resultados com Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	81
Tabela 14 – Resultados Dissimilaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2	82
Tabela 15 – Resultados Similaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2... ..	83
Tabela 16 – Resultados Dissimilaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	84
Tabela 17 – Resultados Similaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	85
Tabela 18 – Resultados sem Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	86
Tabela 19 – Resultados sem Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	87
Tabela 20 – Resultados com Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	88
Tabela 21 – Resultados com Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	89
Tabela 22 – Resultados Dissimilaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	90
Tabela 23 – Resultados Similaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.....	91
Tabela 24 – Resultados Dissimilaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	92
Tabela 25 – Resultados Similaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.....	93
Tabela 26 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de grande porte com Canibalismo.....	94
Tabela 27 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de Estratificadas com Canibalismo	94
Tabela 28 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de grande porte/Dissimilaridade.....	95
Tabela 29 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de grande porte/Similaridade.....	95
Tabela 30 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de Estratificadas/Dissimilaridade.....	96
Tabela 31 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de Estratificadas/Similaridade.....	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	Algoritmo Genético
EST	Estratificada
GRASP	Greedy Randomized Adaptative Search
GVNS	Busca Geral em Vizinhança Variável
H-R1	Regra Heurística 1
H-R2	Regra Heurística 2
L	Large
LP	Programação Linear
MQC	Minimum Quantity Commitment
PO	Pesquisa Operacional
PSO	Particle Swarm Optimization
SA	Simulated Annealing
TXT	Arquivo de texto
VND	Descida em Vizinhança Variável
VNS	Busca em Vizinhança Variável
XL	Extra Large

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	JUSTIFICATIVA	15
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	APRESENTAÇÃO DO MODELO ESTUDADO	19
2.1.1	Nomenclatura do conjunto de instâncias	19
2.1.2	Apresentação da restrição de Canibalismo	20
2.1.3	Organização das instâncias dentro do arquivo texto	21
2.1.4	Apresentação do modelo 1, modelo 2 e das heurísticas H-R1 e H-R2	22
2.1.5	Regras heurísticas H-R1 e H-R2 adaptadas a restrição de Canibalismo	25
2.1.6	Crêterios de Dissimilaridade e Similaridade para tratamento do Canibalismo entre produtos	27
2.2	TRABALHOS RELACIONADOS	31
3	METODOLOGIA	32
3.1	METODOLOGIA DA PESQUISA OPERACIONAL	32
3.2	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA OPERACIONAL NO MODELO ESTUDADO	35
3.2.1	Definição do problema	35
3.2.2	Construção do modelo	35
3.2.3	Solução do modelo	36
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	37
4.1	GERADOR DE INSTÂNCIA ESTRATIFICADA	37
4.2	PARÂMETROS INICIAIS	38
4.2.1	Estratificação do conjunto de clientes	38
4.2.2	Geração do conjunto de produtos	38
4.2.3	Faixa de penetração e retorno de produtos	39
4.2.4	Custo da oferta	40
4.2.5	Requisito mínimo de oferta	40
4.2.6	Geração de oferta individual	40
4.2.7	Orçamento de produto e custo fixo	41
4.3	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	41
4.3.1	Resultados do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2 sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade para 324 instâncias	42
4.3.2	Resultados Modelo 1, Modelo 2, heurísticas H-R1 e H-R2, sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares para instâncias de grande porte	43
4.3.3	Resultados Tabu GRASP sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares para instâncias de grande porte	44
4.3.4	Resultados do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2 sem Canibalismo com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade para o conjunto com 18 instâncias Estratificadas	44
4.3.5	Resultados meta-heurística Tabu GRASP sem e com efeito Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade para o conjunto com 18 instâncias Estratificadas	46
4.4	EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS	46
5	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

APÊNDICE A - RESULTADOS DO MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2 SEM CANIBALISMO	53
APÊNDICE B - RESULTADOS COM CANIBALISMO DO MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2	59
APÊNDICE C - RESULTADOS USANDO O CRITÉRIO DE DISSIMILARIDADE PARA O MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2	67
APÊNDICE D - RESULTADOS USANDO O CRITÉRIO DE SIMILARIDADE PARA O MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2	73
APÊNDICE E - RESULTADOS PARA MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2 SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	78
APÊNDICE F - RESULTADOS PARA MODELO 1 E META-HEURÍSTICA TABU GRASP SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	79
APÊNDICE G - RESULTADOS PARA MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2 COM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	80
APÊNDICE H - RESULTADOS PARA MODELO 1 E META-HEURÍSTICA TABU GRASP COM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	81
APÊNDICE I - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	82
APÊNDICE J - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	83
APÊNDICE K - RESULTADOS TABU GRASP DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	84
APÊNDICE L - RESULTADOS TABU GRASP SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE	85
APÊNDICE M - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	86
APÊNDICE N - RESULTADOS TABU GRASP SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	87
APÊNDICE O - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 COM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	88
APÊNDICE P - RESULTADOS TABU GRASP COM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	89
APÊNDICE Q - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	90
APÊNDICE R - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	91
APÊNDICE S - RESULTADOS TABU GRASP PARA DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	92
APÊNDICE T - RESULTADOS TABU GRASP PARA SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS	93
APÊNDICE U - PARES MUTUAMENTE EXCLUDENTES	94

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução das organizações e o avanço da tecnologia, o mercado tem trabalhado maciçamente para manter seus clientes, visto que, diante da competitividade, a fidelização torna-se cada vez mais importante. Contudo, as organizações buscam por novos métodos que possam auxiliar no planejamento de campanhas de promoção e na tomada de decisão frente a escolha de quais produtos ofertar para determinado cliente, a fim de maximizar o lucro respeitando suas restrições operacionais. Utiliza-se o marketing direto para mensurar os resultados da campanha, possibilitando que as empresas consigam testar qual alternativa melhor atende determinado público alvo, abrindo uma grande oportunidade de relacionamento com o cliente. O marketing direto possibilita que a organização consiga construir um relacionamento duradouro com o cliente, sendo possível criar perfis individuais, estabelecendo uma relação que visa trazer benefícios para os clientes e maior lucro para empresa.

Conforme Pride e Ferral (2012), manter relacionamentos a longo prazo com o cliente, é a meta principal da maioria das organizações, pois os esforços promocionais direcionados à retenção de clientes podem ajudar a reduzir os custos, visto que manter o cliente tem custo inferior ao da aquisição de novos.

Com o acesso facilitado a informações de perfis de clientes, as organizações têm acesso a um grande número de informações da qual podem fazer uso aliado ao surgimento das análises envolvendo grandes volumes de dados (*big-data analysis*), proporcionando a integração da área do marketing direto com métodos matemáticos, dentre eles a Pesquisa Operacional (PO), (OLIVEIRA et al. 2014). Esta integração possibilita a aplicação de modelagem matemática e heurísticas eficientes para auxiliar na resolução de problemas que organizações enfrentam para compreender as reações de comportamento do consumidor em relação ao marketing direto, de acordo com suas características individuais. Além disso, essas bases de dados com milhões de clientes possuem restrições orçamentárias como número máximo e mínimo de produtos que podem ser ofertados, custo fixo, taxa de retorno e orçamento disponível, que são fatores que exigem tempo para processar as informações dos clientes, tornando as campanhas um problema de difícil solução.

O efeito de Canibalismo entre produtos, segundo Boone e Kurtz (1998), ocorre quando um novo produto se apodera das vendas de um ou mais produtos da mesma linha. Já Kerin et al. (1978), afirma que o Canibalismo entre produtos é definido como o processo pelo qual um novo produto ganha uma parte das suas vendas pelo desvio destas de um produto já existente.

Diante dessa necessidade de análise detalhada das características do problema a ser tratado, com o decorrer do tempo, surgiram novos procedimentos meta-heurísticos, entre eles a Busca Tabu, que foi introduzida por Glover (1989) para resolver problemas complexos de otimização combinatória. A Busca Tabu é uma meta-heurística que orienta uma estratégia de busca heurística local para procurar as boas soluções no espaço de solução complexa além da otimização local de acordo com Glover e Laguna (1997) e Glover e Laguna (1993).

Outra meta-heurística conceituada é o *Greedy Randomized Adaptive Search* (GRASP), desenvolvida por Feo e Resende (1995), para resolver problemas de alta complexidade combinatória. Um procedimento GRASP é um método iterativo ou de vários inícios composto por duas fases: um procedimento construtivo de uma solução e um procedimento de busca local.

Blum e Roli (2003) destacam que meta-heurísticas fornecem boas soluções para resolver problemas complexos de otimização, mas não garantem solução ótima global. O procedimento de Busca Tabu foi aplicado no Problema de Marketing Direto com Oferta de

Produtos com êxito por Praag (2010), Nobibon, Leus e Spieksma (2011), Cetin e Alabas-Uslu (2015) e Souza (2018) que usou a Busca Tabu em conjunto com GRASP.

Para este estudo, utilizou-se a meta-heurística Tabu GRASP, mas existem muitas outras meta-heurísticas atualmente, conforme referenciado por BOUSSAÏD et al. (2013).

Esta pesquisa utilizou como base os estudos realizados por Cetin e Alabas-Uslu (2015), Souza (2018) e Schneider (2019), abordando o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, reproduzindo as 324 instâncias existentes na literatura, sem e com o efeito Canibalismo, nos modelos matemáticos, meta-heurística Tabu GRASP e nos critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

Além disso, foram criadas 16 novas instâncias de grande porte com 15.000, 20.000, 40.000, 50.000 e 100.000 clientes e 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 produtos. Também foi criado um novo conjunto de dados com 18 instâncias estratificadas com 100, 5.000 e 15.000 clientes e 10, 15 e 40 produtos, ambos com e sem efeito de Canibalismo, que foram reproduzidas para realizar comparações com os principais artigos existentes na literatura, onde obteve-se resultados robustos e com melhor desempenho para grande maioria dos problemas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é adaptar os modelos matemáticos e heurísticos para tratar o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produto, testando em instâncias conhecidas na literatura e em dois novos conjuntos de instâncias, com maior grau de dificuldade. Em todos os casos incluindo o efeito Canibalismo.

1.1.2 Objetivos específicos

O Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, possui características que dificultam a resolução de problemas devido à sua complexidade, pois geralmente demanda tempo computacional elevado e alguns modelos exatos nem sempre conseguem resolver todas as instâncias propostas nos conjuntos de dados.

Diante deste contexto, para atender os objetivos específicos deste trabalho, utiliza-se uma meta-heurística para comparar os resultados obtidos, observando os novos comportamentos das instâncias em relação as heurísticas utilizadas.

Em um âmbito mais específico, os objetivos que se pretendem atingir neste trabalho são:

1. Resolver os modelos matemáticos para o Problema de Marketing Direto com e sem a inserção da restrição de Canibalismo entre produtos;
2. Resolver os modelos matemáticos, heurísticos e meta-heurísticos utilizando os critérios de Dissimilaridade e Similaridade;
3. Analisar o desempenho da heurística da fase II (H-R1 e H-R2) para o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos com e sem a restrição de Canibalismo entre produtos;
4. Promover a resolução computacional do modelo utilizando a meta-heurística Tabu GRASP com e sem a restrição de Canibalismo entre produtos.

1.2 JUSTIFICATIVA

As organizações são naturalmente pressionadas a buscar atualizações devido as exigências dos consumidores e as contínuas alterações relacionadas ao avanço tecnológico. Nesse sentido, o

investimento em inovação visando atender as necessidades dos clientes, fez com que as empresas optassem pela utilização de um tipo específico de marketing, o marketing direto. Esse por sua vez, mostra-se vantajoso para que as empresas possam obter êxito utilizando dados reais e estatísticos, maximizando a probabilidade de resultados satisfatórios, atendendo a demanda de encontrar a melhor solução possível para o cliente.

Contudo, as empresas buscam por novos métodos para auxiliar no planejamento de campanhas de promoção e na tomada de decisão, frente a escolha de quais produtos ofertar. O desafio torna-se mais complexo em relação a problemática de o que deve ser ofertado e para quais clientes, a fim de maximizar o lucro da empresa e respeitando suas restrições operacionais. É necessário o desenvolvimento de técnicas e métodos eficientes que auxiliem as empresas na resolução de Problemas de Marketing Direto com Ofertas de Produtos, visto que, se não apresentado de forma eficiente se torna uma ferramenta invasiva e desnecessária ao cliente. Neste caso, um bom planejamento nas campanhas e formas de ofertar produtos, implica em um melhor aproveitamento de recursos e conseqüentemente um aumento nos lucros. Métodos que empregam PO foram utilizados para buscar compreender formas de atendimento e satisfação de cliente em diversas áreas (OLIVEIRA et al. 2014).

Cetin e Alabas-Uslu (2015) utilizaram o modelo de otimização de Nobibon, Leus e Spieksma (2011), realizando alterações para tornar o modelo relaxado através da linearização das variáveis inteiras, derivando novas abordagens heurísticas para o problema que é considerado NP-difícil. Assim, para tratar as instâncias de grande porte, propuseram a resolução do problema em duas fases, através de abordagens heurísticas para o problema de segmentação de produto com base em programação matemática. As abordagens propostas determinam principalmente os produtos a serem incluídos em uma campanha usando regras heurísticas e distribuição desses produtos para os clientes de forma otimizada.

Souza (2018), em seu trabalho, reproduziu também as heurísticas de Nobibon, Leus e Spieksma (2011) e propôs três algoritmos heurísticos, um baseado em Busca Tabu, um em Busca Tabu em conjunto com GRASP e ainda um terceiro, de Busca Tabu em conjunto com GRASP com efeito Canibalismo.

Schneider (2019), reproduziu o método exato que encontra os limitantes superiores de Nobibon, Leus e Spieksma (2011), considerando resultados com e sem o efeito de Canibalismo. Além disso, a autora usou dois novos critérios para pares canibais, denominados Dissimilaridade e Similaridade.

O estudo realizado nesta pesquisa, mostra que não é possível atingir os mesmos resultados publicados na literatura por Cetin e Alabas-Uslu (2015), devido ao fato da heurística utilizada pelos autores, não apresentar robustez para resolver todo conjunto de instâncias. Ou seja, a heurística proposta pelos autores não conseguiu resolver todo o conjunto de instâncias propostas, isso se torna um problema, pois ao resolver problemas do mundo real a heurística não dá resposta, ficando sem outra possibilidade. Isso se deve ao fato dela ser baseada em métodos exatos. Assim, considera-se que a heurística não é apropriada para resolução deste problema.

A partir disso, para o desenvolvimento desta dissertação, foi usada a meta-heurística Tabu GRASP, que resolveu todas as instâncias conhecidas e o novo conjunto de dados, com até 100.000 clientes e 50 produtos. Neste caso, mostra-se através dos resultados obtidos que a meta-heurística Tabu GRASP usada neste estudo, apresenta robustez para resolver todas as instâncias.

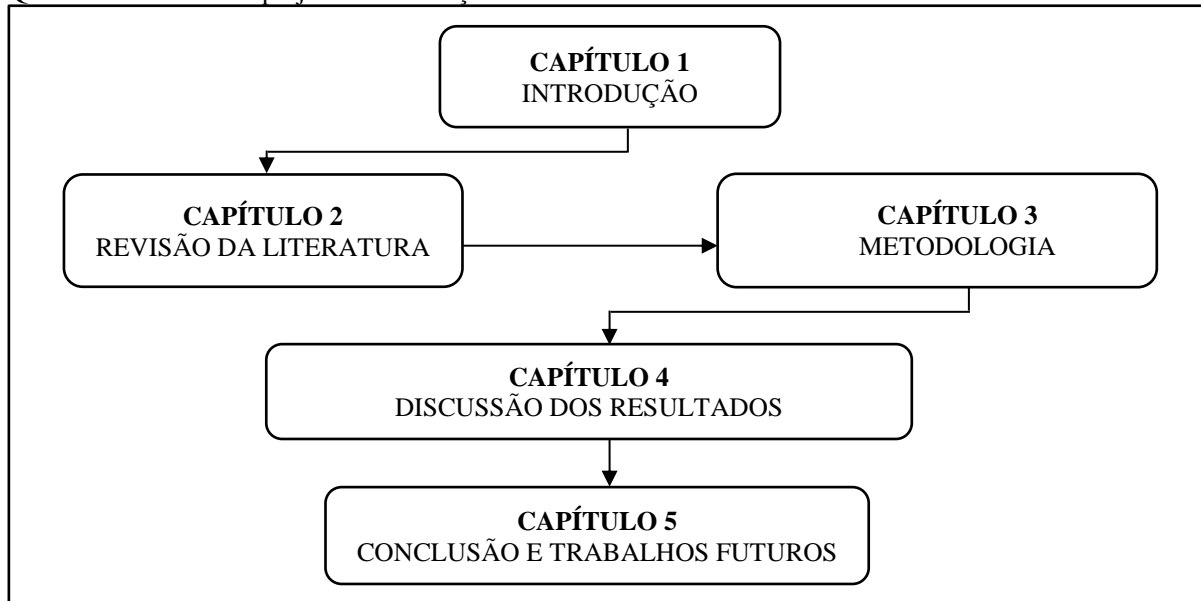
Esta pesquisa proporciona para comunidade científica novas contribuições, fortalecendo o embasamento teórico, pois trata métodos exatos e algoritmos heurísticos em um único estudo, além de que, na literatura não tem métodos exatos para resolver esse problema utilizando instâncias de grande porte, somente para instâncias muito pequenas. Além disso, diferenciando de estudos anteriores, é feita a inserção do efeito Canibalismo entre produtos, considerando os

principais modelos propostos na literatura, apresentando resultados que se aproximam da realidade das organizações.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em 5 capítulos, conforme o quadro 1. Neste primeiro capítulo foi apresentada a introdução contextualizando o assunto a ser estudado, assim como os objetivos gerais e específicos que devem ser atingidos na conclusão deste trabalho.

Quadro 1- Estrutura do projeto de dissertação



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura e o modelo estudado, abordando estudos e conceitos nos quais se apoiam a presente pesquisa.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia proposta, descrevendo suas principais contribuições para resolução do problema.

O Capítulo 4 apresenta a discussão dos resultados, mostra como foram criadas as novas instâncias, bem como as soluções obtidas através do modelo exato e das heurísticas propostas.

O capítulo 5 apresenta as conclusões através da análise dos resultados e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, as referências bibliográficas e apêndices.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Dentre as meta-heurísticas clássicas existentes na literatura, destacam-se Algoritmo Genético (AG) proposto por Holland (1975), *Simulated Annealing* (SA) ou Recozimento Simulado, proposto por Kirkpatrick et al. (1983), Busca Tabu proposta por Glover (1989), Algoritmo Memético proposto por Moscato (1989), Colônia de Formigas proposto por Dorigo (1992), *Particle Swarm Optimization* (PSO) ou Enxame de Partículas, proposto por Kennedy e Eberhart (1995) e a *Variable Neighborhood Search* (VNS) ou Busca em Vizinhança Variável, proposta por (MLADENOVIC 1995).

O autor Raidl (2006), apresenta a hibridização, que não segue puramente os conceitos de uma única meta-heurística clássica, pois busca explorar e unir as características de diferentes

meta-heurísticas obtendo um melhor desempenho. Desta forma, escolher uma abordagem híbrida adequada, é importante para alcançar o melhor desempenho para solução dos problemas difíceis.

Blum et al. (2011), apresenta uma revisão da literatura sobre hibridização de meta-heurísticas com outras técnicas de otimização, descrevendo detalhes representativos de técnicas que estão em crescimento nessa área de pesquisa. Os autores destacam que a hibridização não é restrita a combinação de diferentes meta-heurísticas e sim da combinação de algoritmos exatos e heurísticos, para obter técnicas diferentes de otimização.

Boussaïd et al. (2013), apresenta um levantamento das principais meta-heurísticas, realizando um comparativo entre semelhanças e diferenças das mesmas, mostrando uma visão global das principais meta-heurísticas existentes na literatura e seus princípios.

Hussain et al. (2018), afirmam que é possível obter bons resultados hibridizando heurísticas com meta-heurísticas clássicas, obtendo soluções para problemas do mundo real. Os autores realizaram um levantamento sobre meta-heurística que consiste em publicações do ano de 1983 a 2016, apresentando novos algoritmos, modificações, algoritmos híbridos, comparações, análises e questões críticas levantadas na literatura.

Atualmente, utiliza-se as melhores características de todas essas metodologias existentes na literatura, combinadas para obter algoritmos híbridos para melhor resolver os problemas.

Nessa pesquisa, é abordado o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, que tem como objetivo maximizar o lucro de uma campanha de promoção, oferecendo diferentes produtos a clientes existentes, assim como ocorre em organizações do mundo real, onde são consideradas as seguintes restrições: taxa mínima de retorno sobre investimento, orçamento disponível para campanha do produto, número máximo de ofertas que o cliente pode receber, número mínimo de clientes que devem receber a oferta do produto para que ele faça parte da campanha, custo fixo para incluir o produto na campanha e a restrição do efeito Canibalismo.

Para Moro et al. (2018), marketing direto é o método de segmentar clientes específicos, para que as empresas possam promover produtos ou serviços individualmente.

Para Kotler (2011), o marketing direto trata-se de um sistema com uso de canais diretos para abordar o consumidor, buscando relações personalizadas com estes, a fim de adquirir conhecimento sobre eles e adequar sua comunicação e promoções, facilitando assim a fidelização dos mesmos e a maximização dos resultados das empresas.

Chiavenato (2014), destaca que a eficiência e eficácia no processo produtivo são de extrema importância. Considerando que produzir com eficiência, significa utilizar os métodos e procedimentos adequados, aplicando-os corretamente as especificidades da empresa como a capacidade de gerenciar os recursos. E produzir com eficácia é executar as tarefas que são mais importantes para a organização, com a intenção de alcançar os objetivos organizacionais.

Cetin e Alabas-Uslu (2015) utilizaram o modelo de otimização de Nobibon, Leus e Spijksma (2011), realizando modificações nessa base considerada modelo, derivando novas abordagens heurísticas para o problema que é considerado NP-difícil. Assim, para tratar as 324 instâncias, foi proposto a resolução do problema em duas fases, através de abordagens heurísticas para o problema de segmentação de produto com base em programação matemática.

As abordagens propostas determinam principalmente os produtos a serem incluídos em uma campanha, usando regras heurísticas e distribuem esses produtos para os clientes de forma otimizada. Utilizando esse modelo, esta pesquisa oferece uma nova contribuição, que é a inserção da restrição de Canibalismo entre produtos. O efeito de Canibalismo ocorre quando dois produtos concorrentes não podem estar na mesma oferta, pois caso estejam na mesma campanha, a promoção de um pode impactar negativamente a promoção de outro. Essa contribuição é recente, foi proposta por Souza (2018) e foi incluída no modelo matemático e adaptada para heurística de Cetin e Alabas-Uslu (2015), que até o momento apresentava-se na literatura como a melhor heurística para tratar esse problema.

2.1 APRESENTAÇÃO DO MODELO ESTUDADO

Este estudo fez uso do modelo matemático proposto na literatura, para implementar e adaptar a heurística de Cetin e Alabas-Uslu (2015), incluindo a restrição do efeito Canibalismo proposta por Souza (2018).

Para facilitar a compreensão, os **conjuntos** utilizados para o modelo proposto são apresentados da seguinte maneira no Quadro 2:

Quadro 2 – Nomenclatura dos conjuntos utilizados no modelo

C	Conjunto de clientes
O	Conjunto de oferta de produtos
Can	Conjuto de pares canibais (i,j)

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2014)

Os **parâmetros** do problema proposto são apresentados da seguinte maneira no Quadro 3:

Quadro 3 – Nomenclatura dos parâmetros propostos no modelo

i	Cliente, $i \in C$
j	Produto ofertado, $j \in O$
r_{ij}	Probabilidade do cliente i reagir positivamente a uma oferta do produto j
DFV_{ij}	Retorno obtido pela empresa quando o cliente i responde positivamente a uma oferta do produto j
p_{ij}	Retorno esperado (receita) pela empresa, quando produto j é ofertado ao cliente i , logo $p_{ij} = r_{ij}DFV_{ij}$
NPP_{ij}	Lucro potencial líquido, do inglês (<i>net potential profit</i>), que representa a diferença de receitas e custos ($p_{ij} - c_{ij}$) associados à oferta do produto j ao cliente i
c_{ij}	Custo unitário da oferta do produto j ao cliente i
M_i	Número máximo de ofertas que o cliente i pode receber
O_j	Compromisso de quantidade mínima vinculada ao produto j , ou seja, o número mínimo de clientes que devem receber uma oferta do produto j para que este produto faça parte da campanha
B_j	Orçamento disponível para cada produto j
f_j	Custo fixo para incluir o produto j na campanha de promoção
R	<i>Hurdle Rate</i> , é a taxa mínima de retorno sobre o investimento global da campanha

Fonte: Adaptado Nobibon, Leus e Spieksma (2011) e Cetin e Alabas-Uslu (2015)

As **variáveis de decisão** neste caso são binárias, pois assumem duas decisões, que são representadas por valores 0 ou 1, conforme apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Nomenclatura das variáveis de decisão

$x_{ij} \in \{0,1\}$	1 se o produto j for ofertado ao cliente i , 0, caso contrário
$y_j \in \{0,1\}$	1 se o produto j for utilizado na campanha, 0, caso contrário

Fonte: Adaptado de Praag (2010) e Nobibon, Leus e Spieksma (2011)

2.1.1 Nomenclatura do conjunto de instâncias

O conjunto com 324 instâncias elaborado por Nobibon, Leus e Spieksma (2011), simulam um problema real utilizado por Cohen (2004), que são pertencentes ao grupo de instâncias grandes (L). O conjunto com 16 instâncias de grande porte (XL), foram geradas seguindo o mesmo padrão de Cetin e Alabas-Uslu (2015) para geração das mesmas. As 18 instâncias estratificadas, foram criadas de forma inédita para esta pesquisa e os critérios para geração são descritos na seção 4.1 As instâncias são arquivos de texto, que são lidas pelo solver de acordo

com as restrições impostas pelo modelo matemático proposto. Os arquivos das instâncias são nomeados conforme o Quadro 5:

Quadro 5 – Nomenclatura dos arquivos das instâncias

Grupo	Número de Clientes (i)	Taxa de Retorno (R) %	Quantidade de Produtos (j)	Orçamento (B_j)	Número Máx. de Ofertas (M_i)
S1	100	5% 10% 15%	5 10 15 20 30 40 50	1 (orçamento apertado) 2 (orçamento médio) 3 (orçamento grande)	<i>Small</i> (s) – pode receber algumas ofertas <i>Large</i> (l) – pode receber um número maior de ofertas <i>Extra Large</i> (XL) – pode receber um grande número de ofertas Estratificada (EST) - pode receber um número maior de ofertas
S2	200				
S3	300				
M1	1000				
M2	2000				
L	10000				
XL	15000				
XL	20000				
XL	40000				
XL	50000				
XL	100000				
EST	100				
EST	5000				
EST	15000				

Fonte: Adaptado de Praag (2010) e Nobibon, Leus e Spieksma (2011)

Por exemplo, a instância S1-5-5-1-S.txt, pertence ao grupo S1, de pequeno porte, com 100 clientes, taxa de retorno de 5%, 5 produtos, possuindo um orçamento apertado, podendo receber apenas algumas ofertas.

No total, existem 358 instâncias que serão disponibilizadas para comunidade científica e que foram utilizadas neste estudo, todas escritas no mesmo padrão dentro do arquivo de texto e divididas em subgrupos, onde cada um possui um conjunto de instâncias nomeadas de acordo com o formato citado acima.

2.1.2 Apresentação da restrição de Canibalismo

O efeito de Canibalismo, entra no modelo matemático e nas heurísticas como uma restrição, porém é definido por Traylor (1986), como um efeito que ocorre quando a venda de um dos produtos interfere na venda de outro produto da mesma empresa.

Quando um novo produto é lançado e este se apodera das vendas de uma outra oferta da mesma linha de produtos já existentes, afirma-se que ele está canibalizando a linha, o que torna não rentável para as organizações, pois não há motivos para manter produtos que não proporcionem lucro para empresa. Como exemplo, pode-se citar o crescimento das marcas próprias, que podem estimular a ocorrência de Canibalismo entre produtos, pois são produtos similares que são criados para otimizar recursos, porém o fato de ocuparem um mesmo segmento, pode ser canibalizado entra a marca própria e a similar, realizando a concorrência entre produtos.

Neste trabalho, a restrição de Canibalismo que será implementada nos modelos matemáticos, heurísticos e meta-heurísticos, trata de impedir a oferta de produtos similares, tornando os pares de produtos mutuamente excludentes.

A restrição do efeito de Canibalismo constitui-se da seguinte maneira:

$$(1) \quad y_i + y_j \leq 1 \quad \forall (i, j) \in C_{an} \text{ sendo,}$$

y_i, y_j os pares canibais e o efeito ocorre da seguinte maneira:

se $y_i, y_j = 0$, nenhum produto é ofertado,

se $y_i = 0$ e $y_j = 1$, somente um dos dois produtos é ofertado e

se $y_i = 1$ e $y_j = 1$, não atende a restrição, pois no máximo um produto deve ser ofertado.

Assim, essa restrição é válida pois quando um produto do par canibal receber a resposta positiva (1), o outro produto automaticamente não é ofertado (0).

A restrição (1) impede a oferta de produtos similares (efeito Canibalismo), tornando-os mutuamente excludentes.

Destaca-se que a instância que possui o efeito Canibalismo, possui a palavra CAN ao final da nomenclatura de cada instância.

2.1.3 Organização das instâncias dentro do arquivo de texto

Todas as instâncias são organizadas em único formato, variando a sua estrutura de acordo com a quantidade de clientes e produtos, porém o *layout* para leitura das mesmas pelo solver mantém a mesma estrutura. Como exemplo, foi feita uma redução para 10 clientes na instância de nomenclatura S1-5-5-1-S-CAN.txt, contendo um par de produto canibal, para mostrar como é realizada a leitura da mesma pelo solver.

Figura 1 – Instância S1-5-5-1-S-CAN.txt

1	10	5	0.05																
2	1	3	1	3	1														
3	2	2	1	3	1														
4	3	1	1	2	2														
5	2	1	1	1	1														
6	3	3	3	1	2														
7	3	1	2	1	3														
8	2	3	2	2	3														
9	1	3	3	2	1														
10	2	1	2	2	1														
11	3	1	1	1	1														
12	3	3	2	3	2														
13	12	20	15	21	26														
14	23	47	35	42	59														
15	0	3																	

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

1. Primeira linha/primeira coluna do arquivo texto, corresponde ao número de clientes da instância;
2. Primeira linha/segunda coluna do arquivo texto, corresponde ao número de produto da instância;
3. Primeira linha/terceira coluna do arquivo texto, corresponde a taxa de retorno R da instância;
4. A partir da segunda linha do arquivo texto, cada linha corresponde a informações de um cliente, até atingir o número de clientes da instância. Nesta instância, por exemplo, que tem 10 clientes, a informação sobre clientes no arquivo texto vai da linha 2 até a linha 11, pois a primeira linha trata-se dos itens 1, 2 e 3 citados acima.
5. O número de colunas da instância, corresponde ao número de produtos. Neste caso, essa instância que possui 5 produtos, as 5 primeiras colunas apresentam o custo da oferta ao cliente (c_{ij}) e as próximas 5 colunas são referentes a receita da oferta do produto ao cliente (p_{ij}).
6. A última coluna da instância, corresponde ao número máximo de ofertas (M_i) que o cliente i pode receber. Neste exemplo, trata-se da coluna 11.

7. O (O_j) é o número mínimo de clientes que devem receber uma oferta do produto j para que este faça parte da campanha. O número mínimo de clientes para abrir uma oferta do produto j da respectiva coluna, está localizado na linha 12 ao final deste arquivo texto, pois essa instância possui um par canibal. Caso não tivesse o par canibal, o (O_j) , estaria na antepenúltima linha do arquivo.
8. O orçamento disponível para abrir a oferta do produto (B_j) encontra-se na linha 13 deste arquivo texto, pois essa instância possui um par canibal. Caso não tivesse o par canibal, o (B_j) estaria localizado na penúltima linha do conjunto de instâncias
9. O custo fixo (f_j) , incorrido quando o produto j é a oferta do produto em questão. O custo fixo está localizado na linha 14 do arquivo texto, pois essa instância possui um par canibal. Caso não tivesse o par canibal, o (f_j) estaria na última do conjunto de instâncias.
10. Salienta-se que nestas instâncias originais, não existe a presença da linha do canibalismo. Quando as instâncias possuírem as restrições de canibalismo, a localização dos pares de produtos canibais serão encontrados na última linha do arquivo texto conforme este exemplo. Os pares de produtos canibais são $\frac{j}{5}$, onde j é o número de produtos de cada instância.

2.1.4 Apresentação do Modelo 1, Modelo 2 e das heurísticas H-R1 e H-R2

O objetivo do problema é maximizar o lucro, oferecendo produtos aos clientes sujeitos a um conjunto de restrições como orçamento, o limite superior total de produtos oferecidos a cada cliente e o limite inferior do valor total de cada produto, tornando o envolvimento do produto na campanha possível. Cetin e Alabas-Uslu (2015), dizem que este problema de oferta de produtos podem surgir em agências bancárias, empresas de investimento, seguro e telecomunicações.

O Modelo 1 representado pelas equações de (2)-(9), desenvolvidas por Nobibon, Leus e Spieksma (2011), fornece a seleção de n produtos que serão ofertados a m clientes e a distribuição desses produtos aos clientes, são sujeitas as restrições para otimizar a função objetivo definida na equação (2).

Modelo 1

Maximizar

$$(2) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (p_{ij} - c_{ij})x_{ij} - \sum_{j=1}^n f_j y_j$$

Estando, ainda, sujeita às seguintes restrições:

$$(3) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} \geq (1 + R) \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^n f_j y_j \right]$$

$$(4) \quad \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \leq B_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$(5) \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq M_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$(6) \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq my_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$(7) \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} \geq O_j y_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$(8) \quad x_{ij} \in (0,1) \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

$$(9) \quad y_j \in (0,1) \quad j = 1, \dots, n$$

A função objetivo (2) refere-se à maximização da soma dos lucros líquidos, de cada oferta realizada ao cliente, menos o custo fixo de cada produto utilizado na campanha.

A restrição (3) é da taxa de retorno *Hurdle Rate* (R), que garante que o valor da receita seja maior que os custos da campanha adicionados o percentual da *Hurdle Rate*.

A restrição (4) é a orçamentária, que possibilita que o orçamento B_j disponível para o produto j não seja excedido.

A restrição (5) assegura que serão ofertados no máximo M_i produtos para o cliente i , não podendo exceder a demanda.

As restrições (6) e (7) referem-se ao número mínimo de ofertas do produto j que devem ser feitas para fazer parte da campanha. Logo, se o produto não faz parte da campanha ele não será ofertado a nenhum cliente, sendo excluído. Porém, se o produto j fizer parte da campanha, pelo menos $O_j \geq 0$ clientes devem receber a oferta.

A restrição (8) mostra que x_{ij} é binário, sendo 1 se o produto j é ofertado ao cliente i e 0 caso contrário.

A restrição (9) mostra que y_j é binário, sendo 1 para produtos selecionados na campanha e 0 para produtos excluídos.

As restrições (8) e (9) garantem a integralidade do problema.

Os autores Cetin e Alabas-Uslu (2015), fazem uso do modelo básico proposto por Nobibon et al. (2011), realizando algumas alterações na configuração original, para que possam a partir disso derivar novas heurísticas.

A proposta de Cetin e Alabas-Uslu (2015), é separar o problema de segmentação de produtos em dois subproblemas para lidar com a solução do modelo 1: a seleção de produtos que serão incluídos na campanha de promoção e a distribuição destes produtos aos clientes de maneira otimizada. Esta estratégia, é realizada em duas fases, onde na fase I um novo modelo de programação linear é utilizado para prever quais produtos são selecionados ou removidos da campanha e depois que os produtos da campanha são determinados, o problema de segmentação de produtos é reduzido a um tipo de problema de atribuição generalizado.

Na fase I, é proposto um novo modelo de programação linear, chamado de Modelo 2, que é representado pelas equações de (10)-(17).

Modelo 2

Maximizar:

$$(10) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (p_{ij} - c_{ij})x_{ij} - \sum_{j=1}^n f_j \left(1 - \frac{x_{m+1,j}}{O_j}\right)$$

Estando, ainda, sujeita às seguintes restrições:

$$(11) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} \geq (1 + R) \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^n f_j \left(1 - \frac{x_{m+1,j}}{O_j}\right) \right]$$

$$(12) \quad \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \leq B_j \left(1 - \frac{x_{m+1,j}}{O_j}\right) \quad j=1, \dots, n$$

$$(13) \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq M_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$(14) \quad \sum_{i=1}^{m+1} x_{ij} \geq O_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$(15) \quad x_{m+1,j} \leq O_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$(16) \quad 0 \leq x_{ij} \leq 1 \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

$$(17) \quad x_{m+1,j} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

O Modelo 2 é a modificação do Modelo 1 proposto por Nobibon, Leus e Spieksma (2011), no qual um cliente fictício $m + 1$ e variáveis não negativas $x_{m+1,j}(j=1, \dots, n)$ são incluídas.

Aos lucros e custos, $p_{m+1,j}$ e $c_{m+1,j}$ é atribuído o valor zero para todo j .

A utilização da variável *dummy* $x_{m+1,j}$ permite a eliminação das equações (6) e (9) e relaxação da equação (7) no Modelo 1. A equação (7) é substituída pela equação (14), portanto a quantidade total distribuída, incluindo a variável *dummy*, de cada produto j deve ser pelo menos O_j . A equação (14) garante que quando a soma da quantidade distribuída do produto j para todos os clientes ($i = 1, \dots, m$) for menor que O_j , a variável *dummy*, $x_{m+1,j}$, terá um valor positivo para validar a equação (14). Por outro lado, o procedimento de otimização tende a tornar $x_{ij}(i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n)$ o maior possível, pois o custo de $x_{m+1,j}$ na função objetivo j é zero.

O Modelo 2 não procura por atribuições ótimas de variáveis binárias x_{ij} , elas também são relaxadas na equação (16). Variáveis binárias y_j são descartadas do Modelo 1, sendo substituídas por $\left(1 - \frac{x_{m+1,j}}{O_j}\right)$. Em outras palavras, considera-se $\left(1 - \frac{x_{m+1,j}}{O_j}\right)$ como y_j . O_j é um limite superior para cada $x_{m+1,j}/O_j$, e portanto a razão $x_{m+1,j}/O_j$ fica entre 0 e 1. Assim, à medida que o procedimento de otimização aumenta o valor de $x_{m+1,j}$, o produto j correspondente, aproxima-se da exclusão da campanha de promoção. A modificação final do Modelo 1 é a substituição de B_j por $B_j \left(1 - \frac{x_{m+1,j}}{O_j}\right)$ na equação (12), para cada produto j . A propósito, a oferta do produto j , também necessita reduzir parcialmente seu orçamento na mesma proporção.

Além disso, para o cálculo do desvio percentual ($\Delta\%$), Cetin e Alabas-Uslu (2015), define a equação (18) para avaliar o desempenho dos modelos desenvolvidos, adotando como

medida a qualidade da solução $\Delta\%$, expressa como valor percentual de acordo com a equação abaixo:

$$(18) \quad \Delta = 100(z_i^* - z^*)/z^* \text{ onde,}$$

z_i^* é o valor da função objetivo obtidos no Modelo 2, H-R1 e H-R2 e z^* é o valor ótimo para 324 instâncias disponibilizado por Schneider (2019) e calculado para as 34 novas instâncias estudadas, onde obteve-se o valor da função objetivo para o Modelo 1.

Será utilizado os $\Delta\%$ obtidos no decorrer deste estudo, para os três conjuntos de instâncias, a fim de comparar os resultados obtidos.

2.1.5 Regras heurísticas H-R1 e H-R2 adaptadas a restrição de Canibalismo

Na fase II proposta por Cetin e Alabas-Uslu (2015), foi feita a distribuição dos produtos selecionados na fase I de forma otimizada, através de um outro modelo de otimização. Essas duas fases são conectadas através de uma regra heurística. São propostas duas regras heurísticas denominadas H-R1 e H-R2. Quando comparadas entre elas, será apresentado qual apresenta os melhores resultados em tempo computacional e desvio percentual da solução ótima.

Antes de entrar na regra heurística, foi inserido o efeito de Canibalismo, assim quando faz a escolha dos produtos, já são retirados da regra heurística, se é produto canibal, já não entra na regra. O tratamento do Canibalismo é realizado sempre na primeira escolha de produtos, antes do teste de factibilidade/infactibilidade, pois como já tem os resultados, a regra heurística é tratada de forma diferente, então essa escolha justifica-se no ganho de tempo, devido a otimização do processo, resolvendo tudo na primeira rodada de resultados.

A regra heurística 1 (H-R1) consiste em utilizar os resultados obtidos no modelo 2 satisfazendo a restrição (19) para obter uma solução viável para o problema.

$$(19) \quad C = \sum_{j=1}^n O_j - \sum_{i=1}^m M_i$$

sendo O_j constante, fazendo com que os $x_{m+1,j}$ seja tratado como a possibilidade de exclusão do produto j da campanha até que $O_j < C$, então os índices dos produtos mais candidatos a entrar na campanha são retirados, formando um novo conjunto N_e com melhores condições de distribuí-los para todos os clientes. Quando o N_e é obtido, os demais produtos representados pelo conjunto N' são distribuídos de maneira ideal aos clientes por um modelo de programação inteiro, chamado de modelo 3, abaixo:

Maximizar:

$$(20) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j \in N'} (p_{ij} - c_{ij}) x_{ij} - \sum_{j \in N'} f_j$$

Estando, ainda, sujeita às seguintes restrições:

$$(21) \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j \in N'} (p_{ij} - c_{ij}) \geq (1 + R) \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j \in N'} c_{ij} x_{ij} + \sum_{j \in N'} f_j \right]$$

$$(22) \quad \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \leq B_j \quad \forall j \in N'$$

$$(23) \quad \sum_{j \in N'} x_{ij} \leq M_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$(24) \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad \forall j \in N'$$

$$(25) \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} \geq O_j \quad i = 1, \dots, m, \forall j \in N'$$

Após a modelagem, a execução do modelo de acordo com a abordagem proposta, obtém-se os resultados da heurística H-R1. Esse modelo apresenta duas saídas, podendo apresentar resultados factíveis, mostrando uma solução considerada ótima ou pode ser uma solução infactível, devendo então refazer o número de produtos a serem ofertados, aumentando a quantidade de produtos na campanha, podendo mesmo assim manter a solução infactível.

A segunda regra heurística para ligar a fase I e a fase II é extraída do dual do modelo 2. Para desenvolver essa regra, são analisadas as restrições duais, que correspondem às variáveis *dummy* $x_{m+1,j}$ dadas na equação (26).

$$(26) \quad (1 + R) \frac{f_j}{o_j} u + \frac{B_j}{o_j} w_j + t_j + r_j \geq \frac{f_j}{o_j} \quad j=1, \dots, n$$

As definições das variáveis duais e do modelo dual completo, chamado modelo 4, são descritos abaixo:

Maximizar:

$$(27) \quad (1 + R) \sum_{j=1}^n f_j u + \sum_{j=1}^n B w_j + \sum_{i=1}^m M_i s_i + \sum_{j=1}^n O_j t_j + \sum_{j=1}^n O_j r_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n l_{ij}$$

Estando, ainda, sujeita às seguintes restrições:

$$(28) \quad [p_{ij} - (1 + R)c_{ij}] u + c_{ij} w_j + s_i + t_j + l_{ij} \geq (p_{ij} - c_{ij}) \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

$$(29) \quad (1 + R) \frac{f_j}{o_j} u + \frac{B_j}{o_j} w_j + t_j + r_j \geq \frac{f_j}{o_j} \quad j=1, \dots, n$$

$$u \leq 0$$

$$s_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$w_j, r_j \geq 0, t_j \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$l_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

Abaixo, apresenta-se as variáveis duais correspondentes as restrições primárias do modelo 2:

u : restrição da taxa de retorno (eq. 11)

w_j : restrições de orçamento para o produto j (eq. 12)

s_i : restrições de demanda para o cliente i (eq. 13)

t_j : número mínimo de restrições de oferta para o produto j (eq. 14)

r_j : restrições do limite superior de variáveis, $x_{m+1,j}$ (eq. 15)

l_{ij} : relaxamento da programação linear de variáveis binárias x_{ij} (eq. 16)

Assumindo que as variáveis duplas u , t_j e r_j sejam iguais a zero no nível ótimo, espera-se que o procedimento de otimização imponha a restrição primal na equação (11) para exceder suas variáveis do lado direito e levando x_{ij} ao maior nível possível. Também entende-se que as variáveis *dummy* ultrapassarão do lado direito da restrição na equação (14).

De acordo com as folgas complementares da restrição dual na equação (26), quando o lado esquerdo for igual ou superior ao lado direito, a variável *dummy* associada, $x_{m+1,j}$ será uma variável não básica no nível zero. Portanto, a segunda regra sugere que a maior proporção de f_j/B_j para o produto j está mais próxima de ser eliminada da campanha de promoção. Uma vantagem aparente da regra 2 sobre a regra 1 é que a regra 2 não requer a solução do modelo 2.

No capítulo 4, apresenta-se o desempenho das duas regras em termos de qualidade da solução e tempo computacional. As etapas da abordagem heurística com base na regra 2, H-R2, também seguiram os passos fornecidos por Cetin e Alabas-Uslu (2015), na literatura.

Após executar os três conjuntos de dados, nos modelos exatos e heurísticos, conclui-se através dos resultados obtidos, que a heurística de Cetin e Alabas-Uslu (2015), não apresentou robustez para resolver todas as instâncias executadas.

Desta maneira, foram resolvidas todas as instâncias apresentados na meta-heurística Tabu GRASP, critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Após adaptar a heurística proposta por Cetin e Alabas-Uslu (2015), inserindo a restrição de Canibalismo para resolver todas as novas instâncias, foi apresentado então um estudo completo de todos modelos exatos, heurísticas e meta-heurística, relatando os resultados obtidos em planilhas, de uma forma inédita para esse tipo de problema.

Essas novas instâncias foram testadas nos modelos existentes na literatura e também na meta-heurística Tabu GRASP e critérios de Dissimilaridade e Similaridade, obtendo novos resultados que serão apresentados e discutidos no capítulo 6.

2.1.6 Critérios de Dissimilaridade e Similaridade para tratamento do Canibalismo entre produtos

A análise de agrupamento para tratamento do Canibalismo entre produtos proposta pela autora Souza (2018), aconteceu através da classificação de uma amostra de dados em grupos menores e mutuamente excludentes, com base nas similaridades. Para identificar os produtos que sofrem o efeito de Canibalismo, foi utilizada a análise de cluster no conjunto de instâncias propostos por Nobibon, Leus e Spieksma (2011). Da mesma maneira, foi feita essa análise para dois novos conjuntos de dados com instâncias de grande porte criadas para este estudo.

Schneider (2019), constatou em sua pesquisa, após aplicar o método exato para o problema sem Canibalismo e para o problema com Canibalismo, na variação de pares canibais através do critério de distância euclidiana, um grande número de instâncias cujos resultados de função objetivo em ambos problemas não foram alterados.

Desta forma Schneider (2019), sugeriu uma nova análise de pares canibais, onde os novos critérios foram nomeados pela autora como Dissimilaridade e Similaridade.

Para o critério de pares de produtos Dissimilares, conforme Schneider (2019), a classificação deu-se identificando dentre os produtos ofertados na campanha, aqueles que continham o maior número de ofertas realizadas para clientes distintos.

Já os pares de produtos Similares, foram identificados, dentre os produtos ofertados na campanha, aqueles ofertados ao maior número de clientes iguais.

Portanto, os pares de produtos são formados com base nos resultados da aplicação do método exato nos conjuntos de instâncias gerados para o problema original sem Canibalismo. Conseqüente, os produtos ofertados foram comparados de dois em dois, identificando para cada instância e para cada critério as combinações de acordo com o número de clientes em comum.

Nesta pesquisa, propõe-se através destes critérios de análise de pares mutuamente excludentes, buscar nesses dois novos conjuntos de instâncias resultados diferentes dos já publicados recentemente.

A autora Schneider (2019), apresenta a combinação de pares, que pode ser visualizado no Quadro 6, que resume como ocorre a combinação dos pares para a instância S1-5-5-1-1 e estende-se a mesma lógica para todas as instâncias atualizadas com os novos critérios.

Quadro 6 - Combinação de pares

Instância S1-5-5-1-1				
Disponível para ser ofertado = $[j_1; j_2; j_3; j_4; j_5]$				
Produtos Ofertados na Campanha O = $[j_1, j_4, j_5]$				
1º Produto Selecionado	2º Produto Selecionado	Nº de Clientes em comum	Nº de Clientes distintos	Identificado como:
j_1	j_4	32	68	Par Dissimilar
j_4	j_5	44	56	-
j_1	j_5	47	53	Par Similar

Fonte: Schneider (2019).

De acordo com Schneider (2019) a repetição ocorre em virtude da limitação de uma oferta por cliente (M_i), desta forma, para este caso, não existe a possibilidade de um cliente estar em mais de uma oferta, impedindo os critérios de comparação estabelecidos. Deste modo, seleciona-se os produtos efetivamente ofertados e eles são transformados nos pares Dissimilares e Similares.

O critério de número de pares mutuamente excludentes para os conjuntos de instâncias, que possuem 5 produtos terá 1 par canibal identificado, para 10 produtos serão 2 pares canibais e para conjuntos com 15 produtos, utiliza-se 3 pares. Novas instâncias geradas com número maior de produtos seguem a mesma regra $\frac{j}{5}$.

Desta forma, ao gerar pares mutuamente excludentes para as novas instâncias, utilizando o mesmo processo e critério para definir pares canibais para o problema de Dissimilaridade e Similaridade, encontrou-se uma nova situação.

A situação constatada foi de que algumas instâncias onde a solução ótima não atingiu número suficiente para gerar pares canibais conforme o critério $\frac{j}{5}$ pré-estabelecido por Souza (2018) e Schneider (2019). Optou-se ainda assim, por formar os pares canibais possíveis e assim ainda testar a estratégia.

Na tabela 1, é possível observar a quantidade máxima de pares conforme critério $\frac{j}{5}$ e a quantidade de pares para cada instância de grande porte nos critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

Tabela 1 – Pares Canibais no conjunto de instâncias de grande porte

Instâncias	Número de produtos	Quantidade de pares ideal ($j/5$)	Quantidade de pares canibais formados
XL-15k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	10	2	2
XL-15k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	2
XL-15k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	20	4	4
XL-15k-10-30-s-SIMILARIDADE	30	6	6
XL-15k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	30	6	6

XL-15k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	40	8	8
XL-15k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	8
XL-15k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	50	10	10
XL-15k-10-50-s-SIMILARIDADE	50	10	10
XL-20k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	10	2	2
XL-20k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	2
XL-20k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	20	4	4
XL-20k-10-20-s-SIMILARIDADE	20	4	4
XL-20k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	30	5	5
XL-20k-10-30-s-SIMILARIDADE	30	5	5
XL-20k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	40	8	8
XL-20k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	8
XL-20k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	50	10	10
XL-20k-10-50-s-SIMILARIDADE	50	10	10
XL-40k-10-5-s-DISSIMILARIDADE	5	1	1
XL-40k-10-5-s-SIMILARIDADE	5	1	1
XL-40k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	10	2	2
XL-40k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	2
XL-40k-10-15-s-DISSIMILARIDADE	15	1	1
XL-40k-10-15-s-SIMILARIDADE	15	1	1
XL-40k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	40	8	8
XL-40k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	8
XL-50k-15-15-l-DISSIMILARIDADE	15	3	3
XL-50k-15-15-l-SIMILARIDADE	15	3	3
XL-100k-15-15-l-DISSIMILARIDADE	15	3	3
XL-100k-15-15-l-SIMILARIDADE	15	3	3

Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Desta forma, percebe-se que foi possível formar no mínimo um par mutuamente excluyente para estas instâncias, existindo então a presença do Canibalismo entre produtos.

Na tabela 2, é possível observar a quantidade máxima de pares conforme critério $\frac{j}{5}$ e a quantidade que realmente foi possível formar para cada instância estratificada nos critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

Tabela 2 – Pares Canibais no conjunto de instâncias estratificadas

Instâncias	Número de produtos	Quantidade de pares ideal ($j/5$)	Quantidade de pares canibais formados
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	15	3	3
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	15	3	3
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1

EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	2
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	2
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	2
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	2
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	0
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	1
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	40	8	4
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	40	8	4

Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Ao obter a solução ótima através do método exato sem Canibalismo para as instâncias EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35, EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35, EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35, EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35 e EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35, o conjunto de ofertas determinou apenas um produto. Desta forma, não foi possível formar nenhum par mutuamente excludente e para estas instâncias não existe Canibalismo entre produtos, tanto para o critério de Dissimilaridade, quanto para Similaridade. Assim, os resultados das instâncias citadas, quando executadas, são os mesmos das instâncias sem o efeito de Canibalismo. Estas instâncias estão destacadas em cinza na tabela 1.

2.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção apresenta o embasamento teórico referente a proposta de estudo a ser desenvolvida.

Tabela 3 – Trabalhos relacionados ao presente estudo

AUTOR	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA RELACIONADO
Nobibon, Leus e Spieksma (2011)	O modelo apresentado pelos autores, compreende restrições similares às de Cohen (2004), incorporando novas restrições, como: o número mínimo de unidades ofertadas de cada produto durante a campanha, conhecida como <i>minimum quantity commitment</i> (MQC). Além disso, foram incluídas novas restrições de ofertas de produtos, nas quais cada cliente poderia receber mais de uma oferta em uma dada campanha. Todavia, ainda foram utilizados apenas custos fixos. O modelo de otimização desenvolvido foi do tipo NP-difícil para a seleção de conjuntos de clientes para que recebessem um ou mais produtos durante uma campanha de promoção. Os autores desenvolveram oito algoritmos para resolver o problema, sete deles baseados em métodos exatos e um deles no procedimento heurístico Busca Tabu. Dentre os métodos testados, a Busca Tabu apresentou melhores resultados. Os métodos exatos não conseguiram resolver todas as instâncias.
Delanote, Leus e Nobibon (2013)	Os autores utilizaram as instâncias de Nobibon, Leus e Spieksma (2011), propondo um modelo matemático considerado fortemente NP-difícil para modelar e analisar o problema do planejamento anual de campanhas de marketing encontradas em instituições financeiras, integrando a possibilidade de multicanais, onde as ofertas são promovidas através de muitos canais diferentes que também são usados para promoções de acompanhamento sequenciais. O problema de encontrar o canal ideal para entrar em contato com um cliente em particular não é considerado em Nobibon, Leus e Spieksma (2011), que reconhecem como uma importante limitação do seu modelo.
Oliveira et al. (2014)	O estudo realizado pelos autores, partiu do modelo de Nobibon, Leus e Spieksma (2011) e propuseram modificações nas abordagens heurísticas para o problema. Foi apresentado o algoritmo heurístico denominado GGVNS, sendo uma combinação dos procedimentos GRASP e GVNS (Busca Geral em Vizinhança Variável), utilizando como busca local o método Descida em Vizinhança Variável (VND). Os resultados encontrados foram superiores aos apresentados na literatura, validando a proposta do estudo realizado.
Asllani e Halstead (2015)	A construção desse modelo de segmento RFM baseados em três características principais: lucratividade, objetivos de marketing e restrições orçamentárias, cujo modelo de decisão apresentado visa maximizar a rentabilidade de segmentos de clientes, de acordo com os dados sobre a data, frequência e valor monetário da compra. É realizada uma demonstração do uso de uma abordagem de programação de metas para determinar quais segmentos de clientes devem ser orientados para alcançar a maximização do lucro, dadas as várias prioridades e restrições orçamentárias da campanha de marketing direto.
Oliveira et al. (2017)	Apresentaram um novo problema, que é o de encontrar livros adequados a serem ofertados a um determinado cliente, enquadrando no escopo do Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, proposto por Nobibon, Leus e Spieksma (2011), onde mantiveram a mesma estratégia dos autores citados, para criar um novo conjunto de dados, com 75 instâncias. De um modo geral, o objetivo principal dos autores, é encontrar um conjunto apropriado de clientes para receber uma oferta de livros, maximizando os lucros da campanha e respeitando os requisitos operacionais. Para isso, utilizam um algoritmo meta-heurístico que combina GRASP e GVNS, usado em Oliveira et al. (2014), que segundo eles apresentam resultados lucrativos e soluções próximas da otimalidade.

Souza, (2018) e Müller et al. (2019)	Os autores propuseram dois esquemas híbridos que combinam GRASP e Algoritmo Genético com a Busca Tabu, respectivamente. Então, de acordo com o estado da arte, considera-se que a restrição de canibalismo foi considerada no problema do marketing direto por Souza (2018) e um novo conjunto de problemas de teste foi gerado e testado heurísticamente. O Canibalismo pode ser entendido como o efeito que um produto exerce sobre outro, tornando-o sem atratividade, ou seja, se um cliente compra um não compra o outro produto.
Schneider (2019)	A autora adaptou um modelo matemático incluindo algumas restrições inteligentes para resolver exatamente quase todas as instâncias geradas, incluindo o Canibalismo. Salienta-se, que Souza, (2018) e Müller et al. (2019) e Schneider (2019), pertencem ao mesmo grupo de pesquisa da autora dessa dissertação.
Memarpour et al. (2019)	Para o autor, o foco está na alocação de orçamentos limitados de promoção aos clientes para maximizar o patrimônio do cliente, utilizando o processo de decisão de Markov. As ações da empresa estão ligadas ao comportamento dos clientes e aos valores correspondentes. Para resolver o processo de decisão de Markov através de uma restrição orçamentária, é proposto um método heurístico baseado em programação dinâmica, para encontrar as políticas ideais ou quase ideais para cada segmento de cliente. Para confirmar a validade do método, o modelo de decisão é implementado em um contexto <i>business-to-business</i> para maximizar o patrimônio do cliente, determinando as melhores promoções de vendas para os clientes. Segundo Memarpour et al. (2019), os resultados indicam que é essencial a adoção de diferentes políticas de marketing para cada segmento de clientes.
Bigler et al. (2019)	Apresentam um problema de atribuição de clientes para atividades de Marketing Direto no mundo real, utilizando um fornecedor líder de telecomunicações para o estudo. Os autores citam que o problema contém restrições comerciais específicas do cliente que ainda não foram abordadas na literatura. A partir disso, foi proposto uma formulação de programação linear binária que resolve instâncias com até um milhão de clientes e mais de 100 atividades de marketing direto para otimizar em pouco tempo. Conforme o autor, essa nova formulação oferece soluções substancialmente melhores em termos de lucro esperado do que a prática existente na empresa.

Fonte: Elaborada pela autora (2020)

3 METODOLOGIA

Este capítulo é dividido em duas seções. A seção 3.1 descreve brevemente a metodologia da pesquisa operacional e a seção 3.2 apresenta a metodologia da Pesquisa Operacional aplicada neste estudo.

3.1. METODOLOGIA DA PESQUISA OPERACIONAL

A Pesquisa Operacional é aplicada em problemas que compreendem a coordenação das atividades de grandes, com o objetivo de otimizar os processos viabilizando a diminuição de custos e aumentando a receita

Devido à natureza matemática dos modelos em Pesquisa Operacional, tende-se a achar que um estudo de PO está sempre relacionado a análise matemática. Embora a modelagem matemática seja fundamental, alguns modelos matemáticos podem ser tão complexos que é impossível resolvê-los por quaisquer dos algoritmos de otimização disponíveis. Nesses casos, pode ser necessário abandonar a busca de uma solução ótima e simplesmente buscar uma boa solução usando heurísticas, TAHA (2008).

De acordo com Belfiore e Favero (2013), a Pesquisa Operacional consiste na utilização de métodos científicos (modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos computacionais) que

possam auxiliar no processo de tomada de decisão, utilizando modelos para representar o sistema real. Após a construção do modelo, a próxima fase consiste na solução do mesmo por meio de técnicas de PO, porém a implementação de cada fase pode variar em função do tipo de problema e do ambiente considerado.

Taha (2008), define as principais fases de implementação da PO na prática como:

- A) Definição do problema:** define o escopo do problema em estudo. Nesta fase, deve-se identificar os três elementos principais de um problema de decisão: (1) descrição das alternativas de decisão, (2) determinação do objetivo do estudo e (3) especificação das limitações sob as quais o sistema modelado funciona.
- B) Construção do Modelo:** traduz a fase (A) em relações matemáticas. Caso o modelo resultante se ajustar a um dos métodos matemáticos padrão, como por exemplo, a programação linear, pode-se chegar a solução usando algoritmos disponíveis. Do contrário, se as relações matemáticas forem muito complexas, pode-se optar por simplificar o modelo usando abordagem heurística ou simulação, que podem ser combinados para resolver o problema de decisão.
- C) Solução do Modelo:** utiliza métodos de solução e algoritmos de otimização bem-definidos para resolver o modelo da fase (B). Nesta fase, a análise de sensibilidade torna-se importante, pois trata de obter informações adicionais sobre o comportamento da solução ótima, quando o modelo passou por algumas mudanças de parâmetros e estes não podem ser estimados com precisão, tornando assim importante estudar o comportamento da solução ótima na vizinhança dos parâmetros estimados.
- D) Validação do Modelo:** esta fase verifica se o modelo proposto representa adequadamente o problema em estudo e que os resultados possam ser aceitáveis. Para verificar a validade de um modelo, pode-se comparar os resultados obtidos com dados históricos, comparando se sob condições similares, o desempenho é razoavelmente parecido com o anterior. No entanto, não existem garantias de que os desempenhos do futuro sejam equivalentes ao comportamento do passado. Caso o modelo proposto representar um novo sistema, não haverá dados históricos disponíveis para comparação, assim será necessário usar a simulação como uma ferramenta independente para verificar os resultados do modelo matemático.
- E) Implementação dos resultados:** esta fase preocupa-se com a implementação da solução na prática, traduzindo os resultados em instruções operacionais que serão emitidas para pessoas que administrarão o sistema.

Um modelo matemático não é formulado de uma única vez, podendo ter ciclos entre as fases (A)-(E) para revisão do modelo. Algumas vezes a análise da solução do modelo é suficiente para evidenciar inconsistências e em outras vezes, somente após a operação do modelo na prática é que se torna viável detectar possíveis falhas e então é executado todo ciclo novamente.

Apesar da sequência abaixo não ser rígida, a figura 2 indica as principais fases a serem desenvolvidas na metodologia de PO, podendo ser implementadas simultaneamente ou não seguindo necessariamente a ordem proposta.

Figura 2 – Fases do Estudo em Pesquisa Operacional

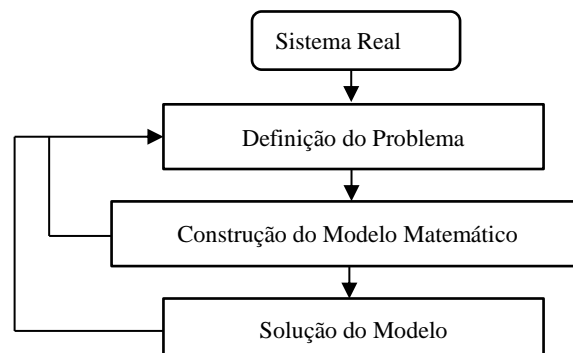


Fonte: Belfiore e Fávero (2013)

Para modelagem do Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, a metodologia utilizada segue o fluxo adaptado do processo de modelagem na ótica de PO, pois esta pesquisa não entra na fase de validação e implementação do modelo, pois os dados trabalhados não são reais e sim aleatórios, que possibilitam a simulação da realidade.

A figura 3 apresenta a metodologia adaptada para esta dissertação.

Figura 3 – Metodologia de PO utilizada nessa dissertação



Fonte: Adaptado de Belfiore e Fávero (2013)

Taha (2008) cita programação linear, programação inteira, programação dinâmica, programação não-linear, simulação, heurística entre outras como técnicas para resolver os problemas matemáticos, pois variam de acordo com o tipo de problema e a complexidade do modelo matemático para determinar o método utilizado.

Prado (1999), define Programação Linear (LP), como uma ciência com o objetivo de apresentar ferramentas quantitativas para o processo de tomada de decisões, permitindo estabelecer uma solução ótima para os problemas. Para tanto, utiliza-se um modelo geral que contempla as variáveis de decisão, parâmetros de entrada, função objetivo e restrições conforme MURROLO (2010).

Na visão de Arenales et al. (2007), em PO não é utilizado apenas um modelo para resolver os problemas de matemáticos que podem surgir. O modelo é abstração sintetizada de um sistema existente ou futuro. No sistema real sua conduta depende de diversas variáveis que compõem o procedimento da tomada de decisão. Nos modelos produzidos são consideradas as

variáveis que manipulam o sistema real e com base nessas variáveis são desenvolvidos procedimentos que possibilitam a utilização ótima do sistema real.

Na opinião de Belfiore e Fávero (2013) e Montevechi (2013), o modelo de PO é universal e a modelagem matemática é composta de três particularidades fundamentais, que interferem diretamente no sistema real, podendo comprometer o desempenho das operações, caso não considerados, são, portanto:

- **Variáveis de decisão**, que implicam em valores ocultos definidos pela resolução de modelos, sendo classificados em variáveis contínuas, discretas ou binárias, não podendo atribuir valores negativos. Nas variáveis contínuas admite-se valores em um interstício de números reais. Variável discreta imputa-se valores de um agrupamento finito de valores que provêm de uma deliberada contagem. Variáveis binárias admitem apenas dois valores: 1 ou 0; sendo 1 para afirmação de presença de uma característica de interesse e 0 para negação. E os parâmetros são valores antecipadamente sabidos do problema.
- **Função objetivo**, entende-se por uma função matemática que propicia a determinação do valor pretendido e se a solução é ótima, podendo ser de maximização ou minimização, dependendo da situação problema apresentada. No modelo em desenvolvimento, o problema é de maximizar o lucro através de oferta de produtos.
- **Restrições** podem ser apresentadas como um conjunto de expressões matemáticas que devem ser satisfeitas pelas variáveis de decisão da modelagem do sistema real.

Conseguir uma solução ótima, ou seja, a melhor de todas, é a ideia fundamental na solução de um problema, mas isso exige a solução de um sistema de equações e inequações como na programação linear, conforme MOREIRA (2007). A programação linear segundo Hillier e Lieberman (2013), é uma das técnicas mais poderosas dentre as ferramentas gerenciais disponíveis, pois envolve o planejamento de atividades para obter um resultado ótimo, isto é, um resultado que atinja o melhor objetivo especificado (de acordo com o modelo matemático), entre todas as alternativas viáveis.

3.2 APLICAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NO MODELO ESTUDADO

Nesta pesquisa, foram abordadas técnicas de modelagem matemática e heurísticas para resolver problemas de otimização, cuja metodologia aplicada baseou-se no fluxograma adaptado de Belfiore e Fávero (2013) (Figura 3), readequando para o problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, incluindo uma nova restrição composta com o efeito Canibalismo entre produtos. A seguir, apresenta-se a aplicação da metodologia neste estudo:

3.2.1 Definição do problema

Este trabalho tem como objetivo implementar e adaptar o modelo matemático e os algoritmos heurísticos citados na literatura (Modelo 1, Modelo 2, heurísticas H-R1 e H-R2 e meta-heurística Tabu GRASP), para tratar o problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos. Foram criados dois novos conjuntos de instâncias com grandes dimensões, um com 16 e outro com 18 instâncias, que foram utilizadas nos modelos matemáticos com e sem Canibalismo, critérios de Dissimilaridade, Similaridade e na meta-heurística Tabu GRASP com e sem efeito de Canibalismo e também nos critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

3.2.2 Construção do modelo

A construção dos modelos matemáticos propostos foi realizada da seguinte forma:

- **Modelo 1:** o modelo matemático original proposto por Nobibon, Leus e Spieksma (2011), foi reproduzido por Schneider (2019), através da modelagem matemática que foi feita na linguagem Zimpl, gerando arquivos LP e posteriormente foram executados no solver ILOG CPLEX Optimization Studio 12.9.0 para resolução dos problemas. Os resultados obtidos no solver foram utilizados para realizar o cálculo dos GAPs para todos os modelos exatos e heurísticos deste estudo. As nomenclaturas destes resultados serão encontradas como Modelo 1 sem Canibalismo, Modelo 1 com Canibalismo, Modelo 1 Dissimilaridade e Modelo 1 Similaridade.
- **Modelo 2, H-R1 e H-R 2:** este modelo matemático foi proposto por Cetin e Alabas-Uslu (2015), foi reproduzido neste estudo na linguagem Julia Pro 1.2.0-1 e Gurobi 8.1.1 para o Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2. Porém, foi feita a inclusão da restrição de Canibalismo, que não era proposto pelos autores do modelo. Com essa inovação, obteve-se os resultados que estão nomeados como Modelo 2 sem Canibalismo, Modelo 2 com Canibalismo, Modelo H-R1 sem Canibalismo, Modelo H-R2 com Canibalismo, Modelo H-R1 Dissimilaridade, Modelo H-R2 Similaridade.
- **Meta-heurística Tabu GRASP:** essa heurística foi proposta por Souza (2018) e foi reproduzida em linguagem C utilizando o *Microsoft Visual Studio Community* 2019. Os resultados obtidos estão nomeados como Tabu GRASP sem Canibalismo, Tabu GRASP com Canibalismo, Tabu GRASP Dissimilaridade e Tabu GRASP Similaridade.

Os modelos matemáticos propostos foram testados nas 324 instâncias encontradas na literatura e também foram criados dois novos conjuntos de grandes dimensões, com 16 novas instâncias de grande porte com até 100.000 clientes e 50 produtos e 18 instâncias estratificadas com até 15.000 e até 40 produtos.

Nessas novas instâncias também foi inserido o efeito Canibalismo e foram reproduzidas todas essas instâncias nos critérios de Dissimilaridade e Similaridade, nos modelos exatos, heurísticas e meta-heurística Tabu GRASP.

3.2.3 Solução do modelo

Nesta etapa, realizou-se a execução das instâncias nos solucionadores propostos em cada modelo, sendo eles *IBM ILOG CPLEX Optimization Studio* 12.9.0 utilizado para resolver o Modelo 1, Julia Pro 1.2.0-1 com Gurobi 8.1.1 para resolver o Modelo 2, heurísticas H-R1 e H-R2 e *Microsoft Visual Studio Community* 2019 para rodar o código da meta-heurística Tabu GRASP. Em cada uma das execuções utilizou-se os conjuntos de instâncias disponibilizadas na literatura e os novos conjuntos de dados, satisfazendo os critérios de cada situação.

Para o problema sem Canibalismo, as instâncias manipuladas foram os originais, estudadas por Nobibon, Leus e Spieksma (2011) e os dois novos conjuntos propostos para este estudo, que totalizam 358 instâncias. Para o problema com Canibalismo, o conjunto com 324 instâncias com as alterações dos pares de produtos canibais foram disponibilizadas por Souza (2018) e as 34 novas receberam a alteração no mesmo critério proposto pela autora citada. As 324 instâncias para os problemas de Dissimilaridade, Similaridade sofreram alterações nos pares mutuamente excludentes, conforme os critérios citados por Schneider (2019) e para as 34 novas instâncias propostas seguiu o mesmo critério para a formação dos pares mutuamente excludentes.

Após ajustar os critérios citados para todas as instâncias, as mesmas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2, heurística H-R1, H-R2 e Tabu GRASP obtendo soluções que proporcionaram analisar os resultados obtidos, verificando se corresponderam ao comportamento esperado, isto é, apresentaram resultados melhores que os existentes na literatura.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após executar as 324 instâncias conhecidas na literatura, utilizando os modelos exatos, heurísticos e meta-heurístico, nota-se através dos resultados obtidos, que a heurística de Cetin e Alabas-Uslu (2015) não tem robustez e por isso não conseguiu resolver 0,92% das 324 instâncias pertencentes ao conjunto de dados existentes na literatura, que possuíam 200, 1000, 2000 e 10.000 clientes com 5, 10 e 15 produtos.

Foi criado para essa dissertação, dois novos conjuntos de dados, com instâncias com grandes dimensões para realizar mais uma análise sob a heurística dos autores citados, pois até então a mesma se apresentava como uma heurística robusta que resolvia todos os problemas em um bom tempo computacional. Ao executar esses conjuntos de dados, mostrou-se o contrário, que a heurística de Cetin e Alabas-Uslu (2015), não apresenta robustez pois não resolveu 55,55% das instâncias que apresentam um grau maior de dificuldade, ou seja, a heurística não resolveu 10 das 18 instâncias de um dos conjuntos de dados proposto para este estudo, cujo as instâncias possuem 15.000 clientes e 10 produtos.

Desta maneira, os três conjuntos de instâncias foram executados nos modelos exatos 1 e 2, critérios de Dissimilaridade e Similaridade e na meta-heurística Tabu GRASP. Após adaptar a heurística proposta por Cetin e Alabas-Uslu (2015), inserindo a restrição de Canibalismo para resolver todas as instâncias, foi apresentado então um estudo completo de todos modelos exatos e algoritmos heurísticos, relatando os resultados obtidos em planilhas, de uma forma inédita para esse tipo de problema.

Os autores Cetin e Alabas-Uslu (2015) não disponibilizaram um repositório com os dados utilizados na pesquisa, porém como os resultados obtidos simulando o modelo proposto foram superiores aos encontrados na literatura. Foi feito contato com a autora, buscando informações de como foi feita a modelagem do modelo, porém a mesma afirmou que não tinha mais a informação para disponibilizar, que os dados haviam sido perdidos.

A abordagem proposta pelos autores Cetin e Alabas-Uslu (2015), permite a resolução de problemas de até 40.000 clientes e 40 produtos. Como essas novas instâncias não estão disponíveis, foram geradas 16 novas instâncias com dimensões iguais e superiores a estas usadas por Cetin e Alabas-Uslu (2015), com até 15.000, 20.000, 40.000, 50.000 e 100.000 clientes, com 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 produtos. Além disso, um novo conjunto de dados com 18 instâncias estratificadas com 100, 5.000 e 15.000 clientes, com 10, 15 e 40 produtos, que são disponibilizadas para comunidade acadêmica ao fim deste estudo, para que outros pesquisadores possam reproduzir os resultados.

Os apêndices de A até T, apresentam os resultados obtidos para os três conjuntos de instâncias, com e sem o efeito de Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade, para o Modelo 1, Modelo 2, heurísticas H-R1, H-R2 e meta-heurística Tabu GRASP.

Disponibiliza-se abaixo, o método utilizado para gerar o algoritmo para criar um novo conjunto de dados com instâncias estratificadas, pois trata-se de uma nova proposta para essa dissertação, a fim de criar instâncias diferentes do estado da arte atual.

4.1. GERADOR DE INSTÂNCIA ESTRATIFICADA

O algoritmo de geração de instâncias baseia-se na ideia de que o banco de dados de clientes de uma determinada empresa de marketing, pode ter não apenas clientes com perfis de

consumo diferentes, mas clientes com poder aquisitivo diferente. Essas diferenças podem gerar padrões de consumo diferentes entre a base de clientes. Outro fator levado em consideração por esse algoritmo é o fato de que os próprios produtos podem ter perfis de consumo diferentes associados a eles, um exemplo disso é o fenômeno: produtos similares com diferentes níveis de qualidade e preço, visando diferentes segmentos de mercado.

4.2. PARÂMETROS INICIAIS

Definiu-se as seguintes nomenclaturas para os parâmetros iniciais:

- C - Tamanho do conjunto do cliente
- P - Tamanho do conjunto de produtos
- H - Taxa mínima de retorno necessária
- t - Rotatividade básica dos produtos
- c - Custo base dos produtos
- p_i - Participação de produtos do tipo i no conjunto de produtos

4.2.1 Estratificação do conjunto de clientes

Durante o processo de geração da instância, a base de clientes é dividida em três níveis:

- Estrato 1: é composto pelos clientes com maior poder aquisitivo entre todos os estratos. Este possui menor participação na população de clientes entre todos os estratos.
- Estrato 2: representam clientes de poder aquisitivo intermediário. Este estrato tem uma maior participação na população do que o estrato 1 e menor participação comparando com o estrato 3.
- Estrato 3: clientes com menor poder aquisitivo dentre todos os estratos, sendo que este compreende a maioria da população de clientes.

As instâncias criadas para essa pesquisa têm participação determinada para cada estrato com a seguinte configuração: estrato 1 ([6%, 15%]), estrato 2 ([15%, 30%]) e estrato 3 ([55%, 79%]). Cada instância criada atribuirá uma participação aleatória para o estrato 1 e o estrato 2, com base nas faixas mencionadas acima. Depois de determinar valores de participação aleatória para os dois primeiros estratos, o estrato 3 receberá a participação restante.

O estrato do cliente também afetará o custo da oferta. O custo da oferta é determinado pelo estrato do cliente e pelo tipo de produto. A próxima subseção fornecerá uma explicação detalhada do cálculo do custo da oferta para cada produto. Para cada cliente, um número máximo de ofertas (m_i) será gerado. Essa quantidade é afetada pelo estrato ao qual o cliente pertence, sendo que estratos mais altos terão um número máximo maior de ofertas. O intervalo de valores para cada estrato é:

- Estrato 1: [4, 6]
- Estrato 2: [2, 4]
- Estrato 3: [1, 2]

4.2.2 Geração do conjunto de produtos

Os produtos são divididos em quatro tipos: o tipo de produto define a faixa de penetração de produto entre os estratos de cada cliente, a rotatividade mínima de respostas positivas à oferta, a rotatividade máxima para respostas positivas da oferta e o custo da oferta do produto para cada estrato de cliente. No processo de geração do produto pelo algoritmo, cada produto terá um dos seguintes atributos definidos: penetrações de produtos para cada estrato do cliente,

faixa de rotatividade de respostas positivas à oferta do produto, custo de uma única oferta de produto para cada estrato do cliente, custo fixo para incluir o produto no conjunto de produtos ofertados, orçamento do produto para ofertas e exigência mínima da quantidade ofertada.

4.2.3 Faixa de penetração e retorno de produtos

Os tipos de produtos também afetam a participação do produto entre os três estratos do cliente. A participação do produto para cada estrato do cliente, representa a quantidade de indivíduos entre estratos que apresentará uma resposta positiva à oferta do produto. Os valores do intervalo de penetração para cada tipo de produto e cada estrato do cliente considerado para este estudo são:

- Produtos tipo 1
 - Estrato 1: [80%, 100%]
 - Estrato 2: [15%, 25%]
 - Estrato 3: [0%]
- Produtos tipo 2
 - Estrato 1: [60%, 95%]
 - Estrato 2: [65%, 95%]
 - Estrato 3: [5%, 10%]
- Produtos tipo 3
 - Estrato 1: [30%, 40%]
 - Estrato 2: [75%, 95%]
 - Estrato 3: [40%, 60%]
- Produtos tipo 4
 - Estrato 1: [0%]
 - Estrato 2: [75%, 95%]
 - Estrato 3: [85%, 100%]

Cada produto terá um valor de penetração designado aleatoriamente para cada estrato do cliente, respeitando os intervalos pré-determinados mencionados anteriormente.

A participação do produto também afetará a rotatividade mínima de cada resposta positiva a oferta de produtos. A rotatividade mínima da resposta positiva às ofertas para o produto j (T_j) é calculada da seguinte forma:

- Produtos tipo 1: $T_j = P_j^s \times (6 \times t + 10 \times t \times H)$
- Produtos tipo 2: $T_j = P_j^s \times (3 \times t + 7 \times t \times H)$
- Produtos tipo 3: $T_j = P_j^s \times (2 \times t + 3 \times t \times H)$
- Produtos tipo 4: $T_j = P_j^s \times (t + t \times H)$

Onde P_j^s é a penetração do produto j no cliente estrato s .

Cada produto também terá um valor máximo de rotatividade aleatória T_j^m , limitado pelos intervalos:

- Produto tipo 1: $T_j = P_j^s \times [16 \times t, 24 \times t]$
- Produto tipo 2: $T_j = P_j^s \times [8 \times t, 12 \times t]$

- Produto tipo 3: $T_j = P_j^s \times [3 \times t, 6 \times t]$
- Produto tipo 4: $T_j = P_j^s \times [2 \times t, 3 \times t]$

4.2.4 Custo da oferta

O custo da oferta de cada produto é baseado no status do cliente que está sendo alvo e no tipo de produto oferecido. O custo de uma oferta do produto j para os estratos s (c_j^s), é determinado de acordo com a seguinte descrição:

- Produto tipo 1
 - Estrato 1: $6 \times c$
 - Estrato 2: $[2 \times c, 4 \times c]$
 - Estrato 3: $\frac{c_j^1 + c_j^2}{2}$
- Produto tipo 2
 - Estrato 1: $4 \times c$
 - Estrato 2: $[1 \times c, 2 \times c]$
 - Estrato 3: $\frac{c_j^1 + c_j^2}{2}$
- Produto tipo 3
 - Estrato 1: $3 \times c$
 - Estrato 2: $[1.5 \times c, 2 \times c]$
 - Estrato 3: $\frac{c_j^1 + c_j^2}{2}$
- Produto tipo 4
 - Estrato 1: $3 \times c$
 - Estrato 2: $[0.5 \times c, 1 \times c]$
 - Estrato 3: $\frac{c_j^1 + c_j^2}{2}$

4.2.5 Requisito mínimo de oferta

Para evitar que os produtos criados tenham requisitos mínimos de oferta intangíveis M_j , esse intervalo é calculado com base no número mínimo de clientes que cada tipo de produto pode ter. Os intervalos utilizados para a determinação desses valores podem ser observadas em:

- Produto tipo 1: $[0.01 \times C, 0.04 \times C]$
- Produto tipo 2: $[0.05 \times C, 0.15 \times C]$
- Produto tipo 3: $[0.15 \times C, 0.35 \times C]$
- Produto tipo 4: $[0.15 \times C, 0.55 \times C]$

4.2.6 Geração de oferta individual

Para cada produto, uma quantidade de clientes do conjunto de clientes é selecionada como respostas positivas ao produto j . A quantidade de clientes, em um determinado estrato, responderá positivamente à oferta do produto sendo determinada pela penetração do produto nesse estrato do cliente. A quantidade de clientes C_j^s selecionados de cada estrato do cliente, como respostas positivas à oferta é dada por: $C_j^s = P_j^s \times C^s$, onde C^s é a quantidade de clientes que pertencem aos estratos s .

Para cada cliente selecionado, uma oferta individual será gerada. O algoritmo selecionará um valor aleatório que pertence ao intervalo $[T_j, T_j^m]$ para esta oferta.

4.2.7 Orçamento de produto e custo fixo

O orçamento do produto e o custo fixo de cada produto levam em consideração as ofertas individuais geradas para o produto, portanto, a geração desses parâmetros somente ocorrerá após a criação da oferta individual definida para o produto.

O orçamento da oferta B_j , criado para cada produto assume o custo de cada oferta individual criada. Cada produto receberá um orçamento capaz de possibilitar a oferta do mesmo para, no máximo, 40% do conjunto de clientes que responderiam positivamente à oferta. Este parâmetro é calculado de acordo com a seguinte equação: $B_j = \sum_{i=0}^{c_p^j} \frac{r_{ij}}{c_j^{si}}$, onde C_p^j representa o conjunto de clientes que têm uma resposta positiva ao produto. r_{ij} é o retorno para a oferta do produto j ao cliente i e c_j^{si} representa o custo de oferecer o produto j ao cliente que pertence ao estrato si . Por fim, o custo fixo F_j para incluir o produto j no conjunto de produtos oferecidos é determinado pela geração aleatória. Este valor é limitado pelo intervalo $[1.6 \times B_j, 3 \times B_j]$.

4.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os testes executados foram resolvidos da seguinte maneira: para o modelo 1 foi utilizado o solver *ILOG CPLEX Optimization Studio*, para o modelo 2 e as heurísticas H-R1 e H-R2 foi utilizado a linguagem de programação *Julia Pro 1.2.0-1* com solver *Gurobi 8.1.1* e para meta-heurística Tabu GRASP, o algoritmo foi desenvolvido na linguagem de programação C++ e executados no *Microsoft Visual Studio Community 2019*. Para todas essas execuções, utilizou-se os três conjuntos de dados, sendo eles com 324 instâncias, 16 instâncias e 18 instâncias estratificadas.

As execuções ocorreram da seguinte maneira para o conjunto de dados com 324 instâncias: Modelo 1 e Modelo 2, sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Para heurísticas H-R1 e H-R2, sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

Para o conjunto de dados com 16 instâncias de grande porte, os resultados obtidos foram para: Modelo 1 e Modelo 2, sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Heurísticas H-R1 e H-R2 sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Tabu GRASP sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

E finalmente, para o conjunto de dados com 18 instâncias estratificadas, os resultados obtidos foram para: Modelo 1 e Modelo 2 sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Heurísticas H-R1 e H-R2 sem e com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Tabu GRASP sem e com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade.

Assim, foram feitas análises para um total de 358 instâncias, para o modelo exato, heurísticas e meta-heurística, resultando em 5864 execuções para obter os resultados apresentados.

Com o objetivo de analisar as soluções obtidas pelo solver e pela heurística, extraiu-se além do limitante superior, o tempo de execução e o desvio percentual ($\Delta\%$), correspondente a solução de cada instância pertencente ao conjunto de dados.

O $\Delta\%$ obtido pelo solver e pelas heurísticas, apresentam os valores da melhor solução obtida para cada conjunto de instâncias, conforme apresentado na equação (18).

As soluções das implementações são apresentadas em tabelas, sendo na primeira coluna a nomenclatura do conjunto de instâncias, seguida da coluna com o valor do resultado da função objetivo do Modelo 1, que é usado para cálculo da média do $\Delta\%$, seguida da coluna com o valor

do limitante superior, tempo de resolução, GAP obtido pelo solver e pôr fim a média do $\Delta\%$, estruturados de acordo com os critérios estabelecidos por cada modelo estudado.

Os arquivos utilizados para pesquisa estão disponíveis em sua versão completa no repositório de dados do GitHub (www.github.com) através do link <https://github.com/greici/MARKETING-DIRETO-COM-CANIBALISMO-METODOS-EXATOS-E-HEURISTICOS>, assim como as tabelas com os resultados estão nos Apêndices dessa dissertação.

4.3.1 Resultados do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2 sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade para 324 instâncias

Para esta análise, utilizou-se os conjuntos de dados instâncias conhecidas na literatura, com 324 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo e critérios de Dissimilaridade e Similaridade.

Os resultados obtidos mostram que o método exato (Modelo 1 e Modelo 2), executaram todas as instâncias.

A heurística H-R1 não resolveu 3 instâncias em comum para os 4 critérios avaliados (sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade). Já a heurística H-R2 resolveu todo o conjunto de instâncias, conforme a tabela 4.

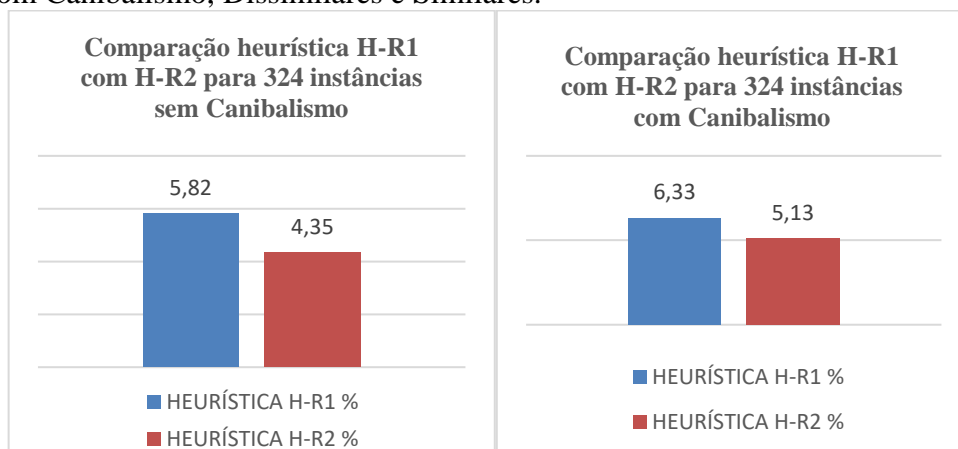
Tabela 4 – Análise da heurística H-R1 e H-R2 para 324 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.

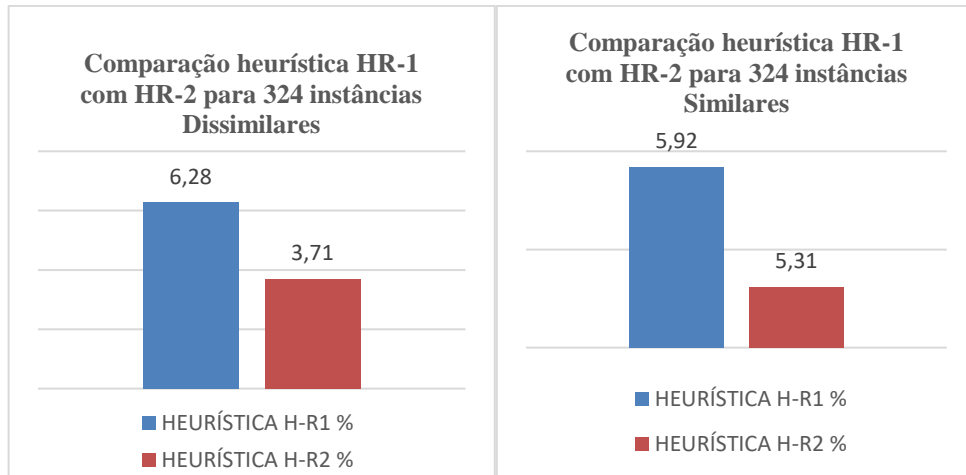
Conjuntos de instâncias	Análise	%	Instâncias não resolvidas pela heurística H-R1	Instâncias não resolvidas pela heurística H-R2
324	3	0,92	S2-10-5-3-1 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) M1-15-15-3-11 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) M2-15-10-3-11 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE)	Todas instâncias foram resolvidas

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A heurística H-R2, tem melhor desvio percentual que H-R1 na reprodução das instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, critérios Dissimilares e Similares, conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 324 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.





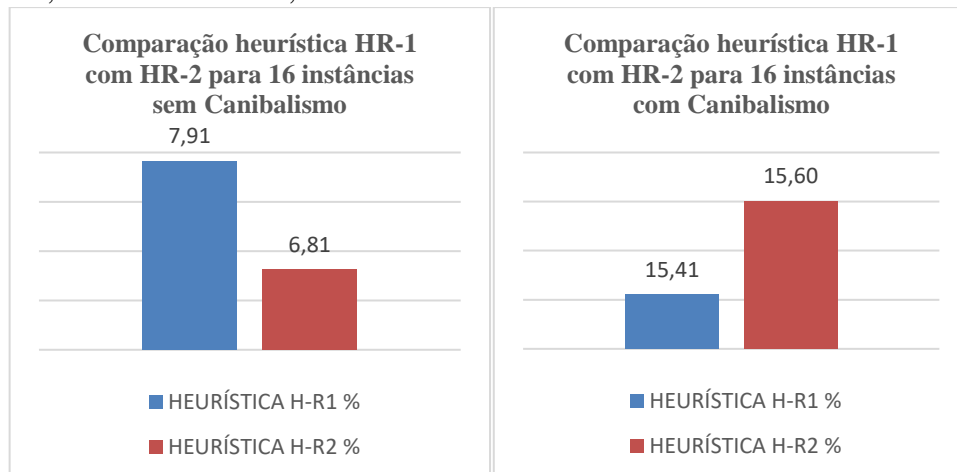
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

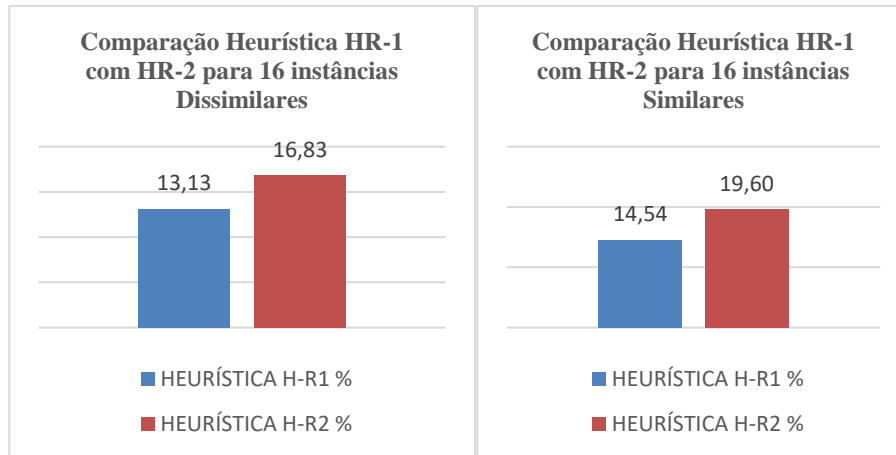
4.3.2 Resultados Modelo 1, Modelo 2, heurísticas H-R1 e H-R2, sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares para instâncias de grande porte

Para esta análise, foi criado um novo conjunto de dados, com 16 instâncias sem Canibalismo e com Canibalismo. Os resultados obtidos mostram que:

- O método exato (Modelo 1 e Modelo 2), executaram todas as instâncias,
- As heurísticas H-R1 e H-R2, resolveram todas as instâncias para os 4 critérios avaliados (sem Canibalismo, com Canibalismo, critérios de Dissimilaridade e Similaridade),
- A heurística H-R2, tem melhor desvio percentual que H-R1 na reprodução das instâncias sem Canibalismo.
- A heurística H-R1, tem melhor desvio percentual que H-R1 na reprodução das instâncias com Canibalismo.
- A heurística H-R1, tem melhor desvio percentual que H-R2 na reprodução das instâncias Dissimilares.
- A heurística H-R1, tem melhor desvio percentual que H-R2 na reprodução das instâncias Similares, conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 16 instâncias de grande porte sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares





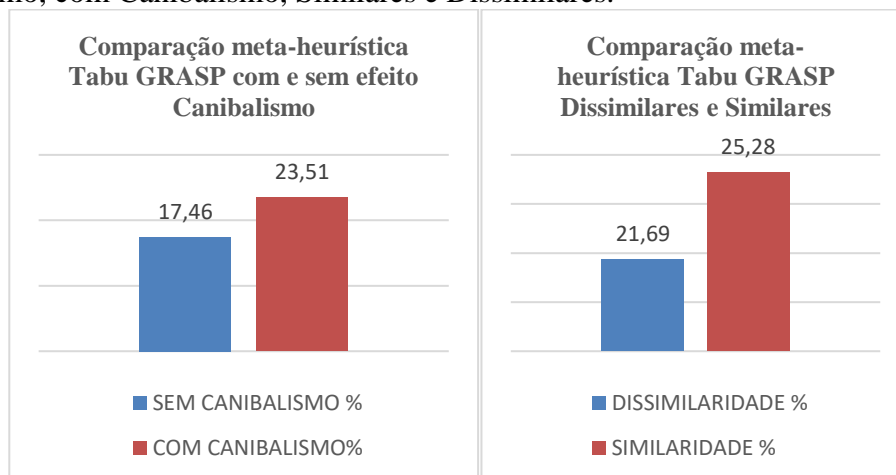
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

4.3.3 Resultados Tabu GRASP sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares para instâncias de grande porte

Para esta análise, foi usada para reprodução do conjunto de dados com 16 instâncias, a meta-heurística Tabu GRASP. Foram reproduzidas as instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Similares e Dissimilares na meta-heurística, onde todas foram resolvidas com êxito. Os resultados obtidos mostram que:

- O desvio percentual da meta-heurística Tabu GRASP sem Canibalismo é melhor do que a com Canibalismo, conforme mostra a figura 6.
- O desvio percentual da meta-heurística Tabu GRASP Dissimilaridade é melhor do que a com Similaridade, conforme mostra a figura 6.

Figura 6 – Comparação meta-heurística Tabu GRASP para 16 instâncias de grande porte sem Canibalismo, com Canibalismo, Similares e Dissimilares.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

4.3.4 Resultados do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2 sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade para o conjunto com 18 instâncias Estratificadas

Para essa execução, foi criado um novo conjunto de dados com 18 instâncias Estratificadas, sem Canibalismo, com Canibalismo e critério de Dissimilaridade e Similaridade. A heurística H-R1 não resolveu 1 instância em comum para os 4 critérios avaliados (sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade). A heurística H-R2 não resolveu 9 de 18 instâncias pertencentes ao conjunto.

Conclui-se que as duas heurísticas não conseguem resolver 10 instâncias, ou seja, mais da metade das instâncias disponíveis no conjunto não são resolvidas, devido à falta de robustez para executar instâncias de grande porte.

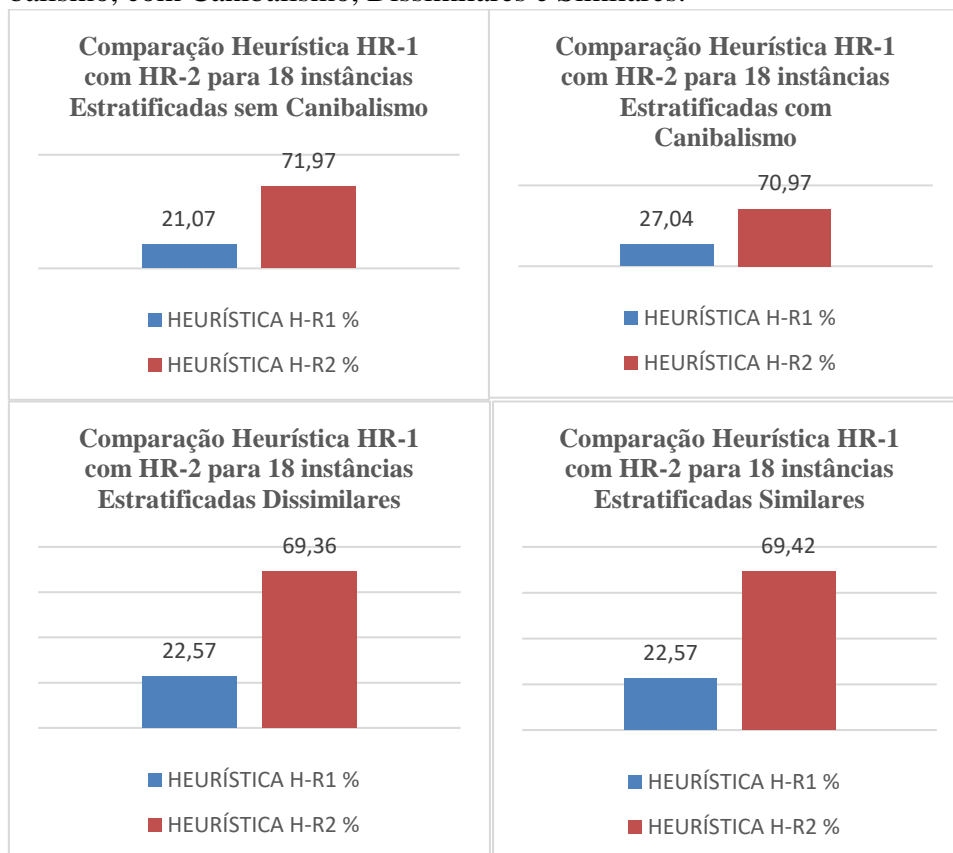
Os detalhes são apresentados na tabela 5 e a comparação dos resultados na figura 7.

Tabela 5 – Análise da heurística H-R1 e H-R2 para 18 instâncias Estratificadas sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.

Conjuntos de instâncias	Análise	%	Instâncias não resolvidas pela heurística H-R1	Instâncias não resolvidas pela heurística H-R2
18	10	55,55	EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE)	EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-8-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-9-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-10-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE) EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35 (CAN, SIMILARIDADE, DISSIMILARIDADE)

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Figura 7 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 18 instâncias Estratificadas sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Para esta análise, os resultados obtidos mostram que:

- O método exato (Modelo 1 e Modelo 2), executou todas as instâncias,

- A heurística H-R1 tem melhor desvio percentual que H-R2, na reprodução das instâncias sem Canibalismo,
- A heurística H-R1 tem melhor desvio percentual que H-R2, na reprodução das instâncias com Canibalismo,
- A heurística H-R1, tem melhor desvio percentual que H-R2 na reprodução das instâncias Dissimilares;
- A heurística H-R1, tem melhor desvio percentual que H-R2 na reprodução das instâncias Similares.

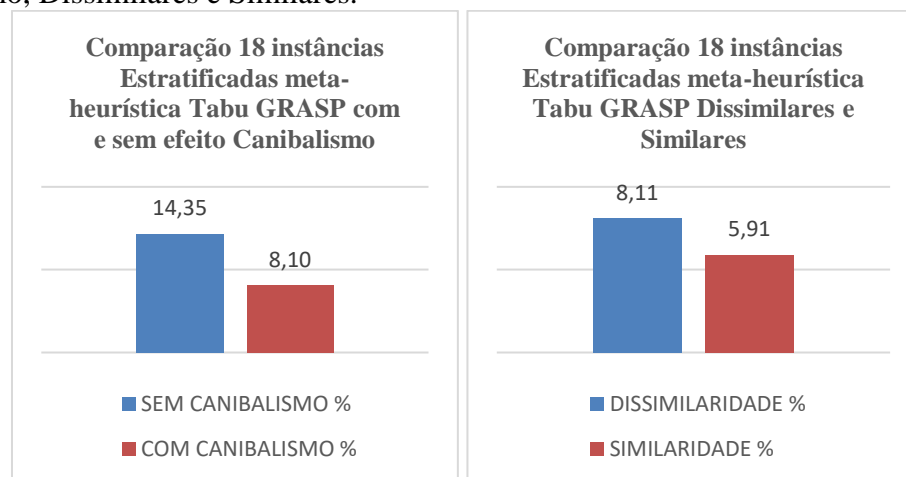
Conclui-se que para as instâncias estratificadas, H-R1 supera H-R2 em todos os critérios, pois H-R2 não consegue resolver 55,55% das instâncias propostas.

4.3.5 Resultados meta-heurística Tabu GRASP sem e com efeito Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade para o conjunto com 18 instâncias Estratificadas

Para esta análise, foi reproduzido o conjunto de dados com 18 instâncias Estratificadas usando a meta-heurística Tabu GRASP. Foram executadas as instâncias sem e com efeito Canibalismo, critérios Dissimilares e Similares na meta-heurística, onde todas foram resolvidas com êxito. Os resultados obtidos mostram que:

- O desvio percentual da meta-heurística Tabu GRASP com Canibalismo é melhor do que a sem Canibalismo, conforme mostra a figura 8,
- O desvio percentual da meta-heurística Tabu GRASP com instâncias Similares é melhor do que o percentual das Dissimilares, conforme mostra a figura 8.

Figura 8 – Comparação heurísticas H-R1 e H-R2 para 18 instâncias sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilares e Similares.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Desta forma, conclui-se a seção dos resultados obtidos para esta pesquisa, através do estudo de métodos exatos, heurísticos e meta-heurístico para resolver o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, para instâncias com critérios Canibais, não Canibais, Dissimilares e Similares.

No capítulo 5 apresenta-se as conclusões obtidas e sugestões de trabalhos futuros.

4.4 EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

Os experimentos foram realizados em um notebook Dell Vostro 3500, processador Intel® Core™ i5-3230M CPU @2.60GHz, 2.60GHz, memória RAM de 8GB, disco rígido de 720GB 5400 RPM e sistema operacional Windows 10 *Enterprise 64 bits*.

Os *softwares* utilizados para solução das aplicações do estudo foram *IBM CPLEX Optimization Studio 12.9*, *Julia Pro 1.2.0-1* e *Gurobi 8.1.1*.

Os algoritmos utilizados foram desenvolvidos na linguagem de programação *C++* e executados no *Microsoft Visual Studio Community 2019*.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Os modelos matemáticos chamados de Modelo 1 e Modelo 2, as heurísticas H-R1 e H-R2 e a meta-heurística Tabu GRASP investigados nessa dissertação, partiram de estudos anteriores, apresentando novos resultados para resolver o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, através de novos conjuntos de dados e heurísticas robustas para solucionar o estudo proposto.

O conjunto de dados com 324 instâncias propostas por proposto Nobibon, Leus e Spiexsma (2011) e disponíveis na literatura, contém instâncias de pequeno porte, com até 10.000 clientes e no máximo 15 produtos. Os autores Cetin e Alabas-Uslu (2015), propuseram um novo conjunto de dados de grande porte, que não foi disponibilizado na literatura, e segundo eles tiveram as mesmas características de Nobibon, Leus e Spiexsma (2011) para gerar as instâncias com até 20.000 clientes e no máximo 40 produtos.

Para mostrar a aplicabilidade deste problema em casos reais, foram geradas para esse estudo, o conjunto de dados com 16 instâncias de grande porte com 15.000, 20.000, 40.000, 50.000 e 100.000 clientes e 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 produtos, para gerar as instâncias do mesmo tamanho e maiores que as propostas por CETIN E ALABAS-USLU (2015). Além disso, foi criado um novo conjunto de dados, com 18 instâncias Estratificadas de grande porte, com 100, 5.000 e 15.000 clientes e 10, 15 e 40 produtos, com características diferentes das instâncias existentes na literatura.

Foram testados para os três conjuntos de dados, com um total de 358 instâncias, novos critérios de agrupamento de pares, sendo Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade, possibilitando a solução dos mesmos no solver e também na meta-heurística Tabu GRASP, criando então novas possibilidades de resultados mais próximos da realidade de grandes organizações.

Essas instâncias, foram executadas para o Modelo 1 e Modelo 2, obedecendo os seguintes critérios: sem Canibalismo, com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade. Para as heurísticas H-R1 e H-R2, foram obedecidos os mesmos critérios assim como para meta-heurística Tabu GRASP, que se destacou entre as heurísticas, por ser a única a solucionar todas as instâncias estudadas.

Foram realizadas 5864 execuções destas instâncias, que possibilitou novas conclusões do estudo, mostrando a capacidade de resolução dos problemas através do método exato, heurísticos e meta-heurístico, apresentando resultados inéditos até a conclusão desta dissertação. Todos os arquivos resultantes dessas soluções, contendo instâncias, tabelas, modelos e algoritmos utilizados para essa pesquisa, estão disponíveis no GitHub <https://github.com/greici/MARKETING-DIRETO-COM-CANIBALISMO-METODOS-EXATOS-E-HEURISTICOS>), a fim de possibilitar para comunidade acadêmica novas abordagens sobre o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, utilizando métodos exatos, heurísticos e meta-heurísticos.

Desta maneira, entende-se que esse trabalho atingiu o objetivo proposto, pois foi efetivo ao reproduzir os modelos matemáticos e heurísticos propostos na literatura para resolver o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos, além disso, utilizou dois novos conjuntos de dados, sendo todas instâncias adaptadas para o efeito Canibalismo e com até 100.000 clientes e 50 produtos, que foi possível resolver de forma eficiente através da meta-heurística Tabu

GRASP proposta nesta pesquisa, pois as heurísticas H-R1 e H-R2 existente na literatura não apresentaram robustez para resolver todos os conjuntos.

Dentre os objetivos específicos, pode-se concluir que o primeiro foi atingido, pois foi possível resolver o Modelo 1 e o Modelo 2, utilizando todas as instâncias para o Problema de Marketing Direto com e sem a inserção da restrição de Canibalismo. Nestes dois modelos exatos, todas as instâncias foram resolvidas.

O segundo objetivo específico, resolveu os modelos matemáticos 1 e 2, utilizando todas as instâncias para o Problema de Marketing Direto, utilizando os critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Nestes dois modelos exatos, todas as instâncias foram resolvidas.

O terceiro objetivo específico, analisou o desempenho da heurística da fase II (H-R1 e H-R2) para o Problema de Marketing Direto com Oferta de Produtos com e sem a restrição de Canibalismo entre produtos. Considerando os modelos matemáticos implementados por Cetin e Alabas-Uslu (2015), foi feita a reprodução destes, buscando encontrar os mesmos resultados obtidos pelos autores, porém apesar de ser um modelo exato, os valores das soluções encontrados são superiores. Além disso, entende-se que a heurística proposta pelos autores não é robusta, pois não consegue encontrar os resultados para 0,92% das 324 instâncias propostas na literatura e para 55,55% do conjunto de dados com 18 instâncias estratificadas. Considera-se a partir dos resultados encontrados, que a mesma não é apropriada para resolver este tipo de problema.

Para o quarto e último objetivo específico, pode-se certificar que a meta-heurística Tabu GRASP proposta neste estudo, resolveu todas as instâncias, com e sem a restrição de Canibalismo entre produtos, também nos critérios de Dissimilaridade e Similaridade, tornando-se a mais eficiente, pois apresenta robustez para resolver todas as instâncias propostas, mesmo apresentando um tempo de solução elevado, resolve os três conjuntos de instâncias, tornando-se então apropriada para esse tipo de problema.

Os autores Cetin e Alabas-Uslu (2015), afirmam que a heurística H-R1 supera H-R2 em termos de tempo computacional e na qualidade da solução, medido pelo valor obtido no desvio percentual ($\Delta\%$). Neste estudo, as comparações para o conjunto de dados com 324 instâncias, obteve-se 1296 soluções, avaliadas nos critérios sem e com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade comprovando que a heurística H-R2 é melhor que H-R1 nas 4 análises, medido pelo valor do desvio percentual ($\Delta\%$). O tempo computacional também é melhor nas 4 soluções da heurística H-R2, mostrando divergências nas informações fornecidas pelos dos autores.

Destaca-se que mesmo no conjunto com 324 instâncias, a heurística H-R1 apresenta dificuldade para resolver instâncias com 200, 1000 e 2000 clientes, que são consideradas de pequeno porte, assim não apresenta robustez para resolver todo este conjunto de dados, apresentando resultados infactíveis para as 3 instâncias citadas.

Para o conjunto de dados com 16 instâncias, foram obtidas 64 soluções, para as comparações da heurística H-R1 e H-R2 nos critérios sem e com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade. Comprova-se que a heurística H-R2 é melhor que H-R1 somente nas instâncias sem Canibalismo, nos outros 3 critérios H-R1 é melhor que H-R2, medidas pelo valor do desvio percentual ($\Delta\%$). O tempo computacional também é melhor nas 4 soluções da heurística H-R1.

Para o conjunto de dados com 18 instâncias estratificadas, foram obtidas 72 soluções, para as comparações da heurística H-R1 e H-R2 nos critérios sem e com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade, comprova-se que a heurística H-R1 é melhor que H-R2 nas 4 análises, medido pelo valor do desvio percentual ($\Delta\%$). O tempo computacional é melhor para 4 soluções da heurística H-R2. Considera-se que o melhor tempo de H-R2 se deve ao fato da mesma não resolver 9 das 18 instâncias estratificadas.

No conjunto de instâncias estratificadas, que apresentam um maior grau de dificuldade, a heurística H-R1 não conseguiu resolver 1 instância do conjunto e a heurística H-R2 não resolveu 9 instâncias, totalizando 55,55% instâncias infactíveis, ou seja, essas heurísticas, não

apresentam robustez para resolver instâncias com características diferentes das propostas na literatura.

Finalizando as comparações da heurística H-R1 e H-R2, através das soluções obtidas, afirma-se que a heurística H-R1 é melhor que H-R2 em 7 de 12 comparações medidas pelo desvio percentual. O tempo computacional de H-R2 é melhor em 8 de 12 comparações com H-R1, isso ocorre devido a infactibilidade das instâncias Estratificadas, que não foram resolvidas pelas heurísticas.

A meta-heurística Tabu GRASP resolveu todas as instâncias, obtendo 136 soluções, divididas da seguinte maneira: 64 soluções do conjunto de grande porte e 72 soluções para o conjunto de instâncias estratificadas, ambas obedecendo os critérios sem e com Canibalismo, Dissimilaridade e Similaridade.

Os algoritmos exatos não possuem limite de tempo para execução das instâncias, com isso obtém-se tempos computacionais elevados para solução das instâncias de grande porte. Para instâncias com Canibalismo executadas no Modelo 1, o maior tempo de solução foi de 95h e 68min, no critério de Dissimilaridade o maior tempo foi de 192h e 96min e no critério de Similaridade o maior tempo foi de 115h e 12min. Esses tempos são referentes as instâncias com 40.000 clientes e 40 produtos que pertencem ao conjunto de dados com 16 instâncias.

Nas heurísticas H-R1, H-R2 comparando o tempo em todos os conjuntos de instâncias, o tempo computacional mais elevado não ultrapassou 0,08 horas de execução para cada instância dos três conjuntos de dados executados.

Na meta-heurística Tabu GRASP, o tempo computacional mais elevado foi de 2h e 6 min de execução para cada instância.

Sugere-se como trabalho futuro, que eventualmente, trabalhe-se um pouco mais em termos de eficiência da meta-heurística Tabu GRASP, para que ela possa ficar competitiva com as heurísticas de Cetin e Alabas-Uslu (2015), em termos de tempo computacional, pois a meta-heurística proposta neste estudo, tem uma robustez muito grande quando comparadas as existentes na literatura.

Além disso, outra sugestão de trabalho futuro, seria utilizar esses dois novos conjuntos de dados, com instâncias sem e com Canibalismo, Similares e Dissimilares, para execução no Algoritmo Genético, possibilitando uma nova comparação com as heurísticas existentes até o final desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASLLANI, A.; HALSTEAD, D. **A multi-objective optimization approach using the RFM model in direct marketing**. *Academy of Marketing Studies Journal*, vol. 19, pp. 49–62, 2015.
- ARENALES, M. N.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa Operacional Para Cursos De Engenharia**. Rio De Janeiro: Elsevier, 2007.
- BELFIORE, P; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- BOONE, L. E.; KURTZ, D. L. **Marketing contemporâneo**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- BOUSSAÏD I.; LEPAGNOT J., SIARRY P. **A survey on optimization metaheuristics**, *Information Sciences*, vol. 237, pp. 82-117, 2013.
- BIGLER T.; BAUMANN P.; KAMMERMANN M. **Optimizing Customer Assignments to Direct Marketing Activities: A Binary Linear Programming Formulation**. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, Macao, pp. 601-605. 2019.
- BLUM, C.; PUCHINGER, J.; RAIDL, R. G.; ROLI, A. **Hybrid metaheuristics in combinatorial optimization: A survey**. *Applied Soft Computing* 11. 4135–4151. 2011.
- BLUM, C.; ROLI, A. **Meta-heuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison**. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(3), 268-308. 2003.
- CETIN, F.; ALABAS-USLU, C. **Heuristic solution to the product targeting problem based on mathematical programming**. *International Journal of Production Research*, v.55, n.1, p.3-17, 2015.
- CHIAVENATO, I. **Gestão da produção: uma abordagem introdutória**. 3. ed., Cap. 1, p. 1-34. Barueri: Manoele, 2014.
- COHEN, M. D. **Exploiting response models: optimizing cross-sell and up-sell opportunities in banking**. *Information Systems*, v. 29, n. 4, pp. 327–341, jun. 2004.
- DELANOTE, S.; LEUS, R.; NOBIBON, F. C. **Optimization of the annual planning of targeted offers in direct marketing**. *J Oper Res Soc* 64(12):1770–1779. 2013.
- DORIGO, M.; CARO, G. Di. **The Ant Colony Optimization Meta-Heuristic**. In D. Corne, M. Dorigo and F. Glover, editors, *New Ideas in Optimization*, McGraw-Hill, London, pp. 11-32. 1999.
- FEO, T.; RESENDE, M. A. **Greed Randomized Adaptive Search Procedures**. *Journal of Global Optimization*, v. 6, p. 109-133, 1995.
- GLOVER, F. **Future Paths for Integer Programming and Links to Artificial Intelligence**, *Computers and Operations Research*, Vol. 13, pp. 533-549, 1986.

- GLOVER, F. **Tabu search - part I**. ORSA Journal on Computing, Vol. 1, pp. 190-206, 1989.
- GLOVER, F.; LAGUNA, M. **Tabu Search**. REEVES, C. R. (ed.). Modern Heuristic Techniques. pp. 70-150, Blackwell Scientific Publications: Oxford, 1993.
- GLOVER, F.; LAGUNA, M. **Tabu search**. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. 1997.
- HOLLAND, J. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. - **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9ª Edição, 2013.
- HUSSAIN, K., SALLEH, M.N.M., CHENG, S., SHI, Y. **Metaheuristic research: a comprehensive survey**. Artif. Intell. Rev. 1–43. 2018.
- KENNEDY, J.; EBERHART, R. **Particle swarm optimization**. Neural Networks. Proceedings, IEEE International Conference on. Perth, WA, Australia. P. 1942-1948, Volume 4, 1995.
- KERIN, R. A.; HARVEY, M. G.; ROTHE, J. T. **Cannibalism and new product development**. Business Horizons, Greenwich, v. 21, n. 5, p. 25-31, Oct. 1978.
- KIRKPATRICK, S.; GELLAT Jr., C. D.; VECCHI, M. P. **Optimization by simulated annealing**. Science, v.220, p. 671-680, 1983.
- KOTLER, P. **Administração de marketing**. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2011.
- MEMARPOUR, M.; HASSANNAYEBI, E.; MARDANI, S.; SHAKIBAYIFAR, M.; BAKHSHAYESHI, I.; SHERVIN, E. **A hybrid simulation model of passenger emergency evacuation under disruption scenarios: a case study of a large transfer railway station**. (2019). J Simul. <https://doi.org/10.1080/17477778.2019.1664267>.
- MONTEVECHI, J. A. B. **Pesquisa operacional**. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), 2013.
- MOREIRA, D. A. **Pesquisa operacional: curso introdutório**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- MORO, S.; CORTEZ, P.; RITA, P. (2018). **A divide-and-conquer strategy using feature relevance and expert knowledge for enhancing a data mining approach to bank telemarketing**. Expert Systems,35(3), e12253. <https://doi.org/10.1111/exsy.12253>. Acesso em: 13 out. 2019.
- MOSCATO, P.; NORMAN, M. G. **A Memetic Approach for the Travelling Salesman Problem – Implementation of a Computational Ecology for Combinatorial Optimization on Message-Passing Systems**. Proceedings of the International Conference on Parallel Computing and Transputer Applications, Amsterdam, IOS Press, 1992

MÜLLER, F. M.; SOUZA, V.; BONILHA, I. **A Hybrid Approach (Genetic Algorithm + Tabu Search) to Solve the Direct Marketing Problem.** In. CLAIO - XIX Latin-IberoAmerican Conference On Operations Research - Disponível em: <https://easychair.org/smart-program/CLAIO2018/2018-09-26.html#session:29601>. Acesso em: 05 jun. 2019.

MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional para os Cursos de Administração e Engenharia.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NOBIBON, F. T.; LEUS, R.; SPIEKSMAN, F. C. **Optimization models for targeted offers in direct marketing: Exact and heuristic algorithms.** European Journal of Operational Research, v. 210, n. 3, pp. 670 – 683, 2011.

OLIVEIRA, T.A.; Coelho, V.N.; Souza, M.J.F.; Boava, D.L.T.; Boava, F.M.F.M.; Coelho, L.M.; Coelho, B.N. **Um algoritmo heurístico aplicado ao problema de oferta de produtos em campanhas de marketing direto.** Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, pp. 103 – 114, 2014.

OLIVEIRA, T.A.; Coelho, V.N., Ramalhinho, H.; Souza, M.J.F.; Coelho, B.N.; Rezende, D.C.; Coelho, I.M. **A VNS approach for book marketing campaigns generated with quasi-bicliques probabilities.** Electron Notes Discrete Math. 58, 15–22 (2017).

PRAAG, N. V. Optimization of Promotion Campaigns Using Tabu Search. Faculty of Business and Economics, Leuven, UK, 2010.

PRADO, D.S. **Programação Linear.** 2. Ed. Belo Horizonte, MG: FG, 1999.

PRIDE, W. M.; FERRELL, O. C. **Marketing: Conceitos e estratégias.** Tradução: Cecília Lima de Queirós Mattoso. 11ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

RAIDL, G. R. **A Unified View on Hybrid Metaheuristics. Hybrid Metaheuristics.** Volume 4030, p. 1-12, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/bookseries/558>. Acesso em: 14 dez. 2019.

SOUZA, V. B. **Uma Abordagem Meta-Heurística para o Problema de Marketing Direto considerando o Canibalismo entre Produtos.** Dissertação (Mestrado Acadêmico em Administração). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

SCHNEIDER, V. A. **Análise de Modelos Matemáticos para o Problema de Marketing Direto com a Oferta de Produtos.** Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

TAHA, Hamdy A. **Pesquisa Operacional.** 8. Ed. São Paulo: Pearson, 2008.

TRAYLOR, M. B. **Cannibalism in multibrand firms.** Journal of Consumer Marketing, Santa Barbara, v. 3, n. 2, p. 69-75, Spring 1986.

APÊNDICE A - RESULTADOS DO MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2 SEM CANIBALISMO

A Tabela 6 apresenta as soluções para as 324 instâncias disponibilizadas na literatura e executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2. Os valores da função objetivo usados no Modelo 1, para esse conjunto de instâncias foi informado por Schneider (2019) e para os demais modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18). Destaca-se em vermelho, que em três instâncias a heurística H-R1 não conseguiu resolver, apresentando infactibilidade, impossibilitando a solução das mesmas. Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2.

Neste caso a heurística H-R2 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R1.

Tabela 6 – Resultados sem Canibalismo do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Schneider (2019)	Modelo 2 - (Cruz 2020)				H-R1 - Modelo 3 - (Cruz 2020)				H-R2 - Modelo 4 - (Cruz 2020)			
	Objective value	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S1-5-5-1-l	882	1412,85	0,10	0,00	0,60	882,00	0,22	0,00	0,00	795,00	0,24	0,00	0,10
S1-5-5-1-s	739	877,47	0,01	0,00	0,19	739,00	0,35	0,00	0,00	739,00	0,21	0,00	0,00
S1-5-5-2-l	878	1450,32	0,06	0,00	0,65	878,00	0,25	0,00	0,00	838,00	0,21	0,00	0,05
S1-5-5-2-s	667	819,37	0,11	0,00	0,23	667,00	0,31	0,00	0,00	667,00	0,43	0,00	0,00
S1-5-5-3-l	796	1369,26	0,19	0,00	0,72	350,00	0,86	0,00	0,56	796,00	0,30	0,00	0,00
S1-5-5-3-s	703	866,32	0,01	0,00	0,23	703,00	0,17	0,00	0,00	697,00	0,16	0,00	0,01
S1-10-5-1-l	648	1326,45	0,05	0,00	1,05	601,00	0,22	0,00	0,07	598,00	0,24	0,00	0,08
S1-10-5-1-s	711	863,92	0,08	0,00	0,22	694,00	0,21	0,00	0,02	689,00	0,36	0,00	0,03
S1-10-5-2-l	1039	1586,23	0,10	0,00	0,53	1038,00	0,28	0,00	0,00	1038,00	0,36	0,00	0,00
S1-10-5-2-s	775	921,33	0,15	0,00	0,19	775,00	0,36	0,00	0,00	769,00	0,17	0,00	0,01
S1-10-5-3-l	775	1133,03	0,22	0,00	0,46	775,00	0,34	0,00	0,00	775,00	0,33	0,00	0,00
S1-10-5-3-s	786	897,01	0,05	0,00	0,14	782,00	0,26	0,00	0,01	782,00	0,17	0,00	0,01
S1-15-5-1-l	983	1450,83	0,04	0,00	0,48	983,00	0,29	0,00	0,00	904,00	0,26	0,00	0,08
S1-15-5-1-s	771	846,70	0,16	0,00	0,10	771,00	0,34	0,00	0,00	771,00	0,31	0,00	0,00
S1-15-5-2-l	918	1569,96	0,27	0,00	0,71	918,00	0,24	0,00	0,00	918,00	0,23	0,00	0,00
S1-15-5-2-s	747	898,08	0,08	0,00	0,20	736,00	0,09	0,00	0,01	741,00	0,20	0,00	0,01
S1-15-5-3-l	1075	1445,22	0,05	0,00	0,34	1075,00	0,26	0,00	0,00	1075,00	0,22	0,00	0,00
S1-15-5-3-s	787	892,44	0,05	0,00	0,13	787,00	0,29	0,00	0,00	787,00	0,51	0,00	0,00
S1-5-10-1-l	2167	3275,80	0,14	0,00	0,51	2014,00	0,43	0,00	0,07	1924,00	0,41	0,00	0,11
S1-5-10-1-s	1232	1358,43	0,09	0,00	0,10	1191,00	0,50	0,00	0,03	1191,00	0,31	0,00	0,03
S1-5-10-2-l	1706	3207,11	0,09	0,00	0,88	1689,00	0,28	0,00	0,01	1689,00	0,42	0,00	0,01
S1-5-10-2-s	1391	1570,42	0,08	0,00	0,13	1351,00	0,44	0,00	0,03	1288,00	0,39	0,00	0,07
S1-5-10-3-l	1661	2819,72	0,06	0,00	0,70	1656,00	0,69	0,00	0,00	1661,00	0,51	0,00	0,00
S1-5-10-3-s	1121	1275,96	0,22	0,00	0,14	1039,00	0,35	0,00	0,07	1028,00	0,43	0,00	0,08
S1-10-10-1-l	2150	3078,66	0,18	0,00	0,43	1950,00	0,41	0,00	0,09	2092,00	0,39	0,00	0,03
S1-10-10-1-s	1135	1246,19	0,22	0,00	0,10	1132,00	0,74	0,00	0,00	1115,00	0,28	0,00	0,02
S1-10-10-2-l	2322	3447,29	0,37	0,00	0,48	2322,00	0,40	0,00	0,00	2269,00	0,34	0,00	0,02
S1-10-10-2-s	1369	1501,24	0,10	0,00	0,10	1319,00	0,35	0,00	0,04	1319,00	0,40	0,00	0,04
S1-10-10-3-l	1954	3265,78	0,01	0,00	0,67	657,00	1,65	0,00	0,66	1445,00	0,71	0,00	0,26
S1-10-10-3-s	1334	1515,63	0,16	0,00	0,14	1334,00	0,42	0,00	0,00	1291,00	0,38	0,00	0,03
S1-15-10-1-l	1922	3306,43	0,23	0,00	0,72	1837,00	0,44	0,00	0,04	1836,00	0,30	0,00	0,04
S1-15-10-1-s	1326	1445,47	0,07	0,00	0,09	1308,00	0,57	0,00	0,01	1313,00	0,53	0,00	0,01
S1-15-10-2-l	2244	3608,55	0,04	0,00	0,61	2237,00	0,32	0,00	0,00	2244,00	0,34	0,00	0,00
S1-15-10-2-s	1352	1561,01	0,05	0,00	0,15	1352,00	0,48	0,00	0,00	1342,00	0,29	0,00	0,01
S1-15-10-3-l	2041	3248,64	0,05	0,00	0,59	2013,00	0,25	0,00	0,01	1847,00	0,28	0,00	0,10
S1-15-10-3-s	1149	1364,39	0,08	0,00	0,19	1146,00	0,61	0,00	0,00	1146,00	0,31	0,00	0,00
S1-5-15-1-l	2789	4687,43	0,07	0,00	0,68	2731,00	0,55	0,00	0,02	2375,00	0,41	0,00	0,15

Instances	Objetive value	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S1-5-15-1-s	1787	1981,78	0,10	0,00	0,11	1716,00	0,48	0,00	0,04	1675,00	0,34	0,00	0,06
S1-5-15-2-l	2580	4971,43	0,09	0,00	0,93	2580,00	0,32	0,00	0,00	2419,00	0,53	0,00	0,06
S1-5-15-2-s	1861	2105,11	0,22	0,00	0,13	1725,00	0,38	0,00	0,07	1775,00	0,47	0,00	0,05
S1-5-15-3-l	2563	4805,28	0,05	0,00	0,87	420,00	2,46	0,00	0,84	2350,00	0,95	0,00	0,08
S1-5-15-3-s	1824	2070,32	0,17	0,00	0,14	1673,00	0,58	0,00	0,08	1673,00	0,45	0,00	0,08
S1-10-15-1-l	3374	4692,37	0,34	0,00	0,39	3272,00	0,26	0,00	0,03	2794,00	0,36	0,00	0,17
S1-10-15-1-s	1825	1985,58	0,09	0,00	0,09	1766,00	0,26	0,00	0,03	1767,00	0,47	0,00	0,03
S1-10-15-2-l	3394	5369,14	0,10	0,00	0,58	3286,00	0,23	0,00	0,03	3277,00	0,26	0,00	0,03
S1-10-15-2-s	1776	1948,57	0,05	0,00	0,10	1632,00	0,35	0,00	0,08	1667,00	0,40	0,00	0,06
S1-10-15-3-l	2829	4698,70	0,08	0,00	0,66	2539,00	0,58	0,00	0,10	2379,00	0,77	0,00	0,16
S1-10-15-3-s	1587	1780,18	0,20	0,00	0,12	1522,00	0,26	0,00	0,04	1545,00	0,18	0,00	0,03
S1-15-15-1-l	3428	4945,15	0,08	0,00	0,44	3360,00	0,20	0,00	0,02	3120,00	0,24	0,00	0,09
S1-15-15-1-s	1786	1991,83	0,13	0,00	0,12	1756,00	0,31	0,00	0,02	1720,00	0,22	0,00	0,04
S1-15-15-2-l	3491	5427,27	0,03	0,00	0,55	3485,00	0,26	0,00	0,00	3474,00	0,30	0,00	0,00
S1-15-15-2-s	1976	2190,37	0,07	0,00	0,11	1903,00	0,30	0,00	0,04	1903,00	0,33	0,00	0,04
S1-15-15-3-l	3192	5057,32	0,07	0,00	0,58	3055,00	0,23	0,00	0,04	3192,00	0,22	0,00	0,00
S1-15-15-3-s	1763	2046,53	0,16	0,00	0,16	1696,00	0,20	0,00	0,04	1634,00	0,38	0,00	0,07
S2-5-5-1-l	1434	2801,26	0,05	0,00	0,95	1285,00	0,17	0,00	0,10	1285,00	0,24	0,00	0,10
S2-5-5-1-s	1428	1697,47	0,09	0,00	0,19	1428,00	0,28	0,00	0,00	1419,00	0,22	0,00	0,01
S2-5-5-2-l	1983	2881,93	0,05	0,00	0,45	1983,00	0,30	0,00	0,00	1983,00	0,24	0,00	0,00
S2-5-5-2-s	1413	1673,15	0,05	0,00	0,18	1413,00	0,17	0,00	0,00	1413,00	0,22	0,00	0,00
S2-5-5-3-l	1536	2627,12	0,18	0,00	0,71	1536,00	0,20	0,00	0,00	1536,00	0,18	0,00	0,00
S2-5-5-3-s	1439	1767,15	0,18	0,00	0,23	1439,00	0,20	0,00	0,00	1403,00	0,13	0,00	0,03
S2-10-5-1-l	1927	2848,62	0,09	0,00	0,48	1901,00	0,25	0,00	0,01	1658,00	0,21	0,00	0,14
S2-10-5-1-s	1378	1742,07	0,05	0,00	0,26	1378,00	0,27	0,00	0,00	1378,00	0,21	0,00	0,00
S2-10-5-2-l	2421	3470,51	0,05	0,00	0,43	2421,00	0,18	0,00	0,00	2421,00	0,22	0,00	0,00
S2-10-5-2-s	1461	1811,66	0,13	0,00	0,24	1429,00	0,21	0,00	0,02	1445,00	0,20	0,00	0,01
S2-10-5-3-l	954	2441,99	0,05	0,00	1,56	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				954,00	0,42	0,00	0,00
S2-10-5-3-s	1317	1558,51	0,04	0,00	0,18	1317,00	0,17	0,00	0,00	1317,00	0,25	0,00	0,00
S2-15-5-1-l	2219	3132,53	0,05	0,00	0,41	2213,00	0,22	0,00	0,00	2219,00	0,24	0,00	0,00
S2-15-5-1-s	1543	1723,59	0,08	0,00	0,12	1543,00	0,15	0,00	0,00	1543,00	0,10	0,00	0,00
S2-15-5-2-l	1945	3131,88	0,05	0,00	0,61	1945,00	0,18	0,00	0,00	1830,00	0,17	0,00	0,06
S2-15-5-2-s	1459	1753,33	0,05	0,00	0,20	1459,00	0,20	0,00	0,00	1400,00	0,21	0,00	0,04
S2-15-5-3-l	1920	2719,48	0,05	0,00	0,42	1920,00	0,15	0,00	0,00	1920,00	0,20	0,00	0,00
S2-15-5-3-s	1529	1705,15	0,08	0,00	0,12	1514,00	0,18	0,00	0,01	1514,00	0,15	0,00	0,01
S2-5-10-1-l	3528	6009,67	0,08	0,00	0,70	3528,00	0,38	0,00	0,00	3013,00	0,39	0,00	0,15
S2-5-10-1-s	2398	2733,19	0,10	0,00	0,14	2329,00	0,36	0,00	0,03	2372,00	0,48	0,00	0,01
S2-5-10-2-l	3827	6096,99	0,08	0,00	0,59	3827,00	0,58	0,00	0,00	3173,00	0,33	0,00	0,17
S2-5-10-2-s	2430	2482,74	0,09	0,00	0,02	2307,00	0,41	0,00	0,05	2299,00	0,30	0,00	0,05
S2-5-10-3-l	4201	6264,75	0,09	0,00	0,49	1695,00	0,76	0,00	0,60	2985,00	0,75	0,00	0,29
S2-5-10-3-s	2263	2630,06	0,08	0,00	0,16	2102,00	0,28	0,00	0,07	2222,00	0,26	0,00	0,02
S2-10-10-1-l	4472	6456,95	0,09	0,00	0,44	4376,00	0,44	0,00	0,02	3971,00	0,30	0,00	0,11
S2-10-10-1-s	2595	2808,58	0,10	0,00	0,08	2514,00	0,33	0,00	0,03	2595,00	0,25	0,00	0,00
S2-10-10-2-l	3710	6558,63	0,15	0,00	0,77	3710,00	0,25	0,00	0,00	3710,00	0,24	0,00	0,00
S2-10-10-2-s	2423	2875,85	0,10	0,00	0,19	2405,00	0,25	0,00	0,01	2309,00	0,29	0,00	0,05
S2-10-10-3-l	4004	6682,84	0,10	0,00	0,67	3864,00	0,64	0,00	0,03	4004,00	0,23	0,00	0,00
S2-10-10-3-s	2552	2959,55	0,15	0,00	0,16	2488,00	0,28	0,00	0,03	2407,00	0,23	0,00	0,06
S2-15-10-1-l	4262	6636,66	0,09	0,00	0,56	4140,00	0,26	0,00	0,03	3995,00	0,25	0,00	0,06
S2-15-10-1-s	2562	2904,13	0,10	0,00	0,13	2562,00	0,30	0,00	0,00	2562,00	0,33	0,00	0,00
S2-15-10-2-l	4606	6990,24	0,04	0,00	0,52	4606,00	0,20	0,00	0,00	4470,00	0,24	0,00	0,03
S2-15-10-2-s	2556	3047,21	0,11	0,00	0,19	2516,00	0,40	0,00	0,02	2458,00	0,36	0,00	0,04
S2-15-10-3-l	3934	5938,95	0,17	0,00	0,51	3934,00	0,47	0,00	0,00	3934,00	0,50	0,00	0,00
S2-15-10-3-s	2522	2809,73	0,09	0,00	0,11	2476,00	0,41	0,00	0,02	2476,00	0,34	0,00	0,02
S2-5-15-1-l	5153	8887,66	0,09	0,00	0,72	5022,00	0,36	0,00	0,03	4862,00	0,33	0,00	0,06
S2-5-15-1-s	3415	3793,17	0,15	0,00	0,11	3349,00	0,33	0,00	0,02	3184,00	0,29	0,00	0,07
S2-5-15-2-l	5154	9699,69	0,07	0,00	0,88	4844,00	0,33	0,00	0,06	4877,00	0,28	0,00	0,05
S2-5-15-2-s	3412	3950,84	0,09	0,00	0,16	3338,00	0,31	0,00	0,02	3284,00	0,28	0,00	0,04
S2-5-15-3-l	4432	8609,41	0,12	0,00	0,94	3672,00	1,31	0,00	0,17	4432,00	0,93	0,00	0,00

Instances	Objective value	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S2-5-15-3-s	3068	3420,74	0,10	0,00	0,11	2871,00	0,37	0,00	0,06	2719,00	0,50	0,00	0,11
S2-10-15-1-l	6145	9989,07	0,16	0,00	0,63	6119,00	0,36	0,00	0,00	5715,00	0,22	0,00	0,07
S2-10-15-1-s	3435	3371,53	0,18	0,00	-0,02	3356,00	0,35	0,00	0,02	3288,00	0,36	0,00	0,04
S2-10-15-2-l	5526	10156,83	0,12	0,00	0,84	5429,00	0,27	0,00	0,02	4996,00	0,31	0,00	0,10
S2-10-15-2-s	3661	4295,36	0,07	0,00	0,17	3553,00	0,33	0,00	0,03	3587,00	0,26	0,00	0,02
S2-10-15-3-l	6316	9738,16	0,08	0,00	0,54	6084,00	1,00	0,00	0,04	6003,00	1,13	0,00	0,05
S2-10-15-3-s	3364	3749,36	0,09	0,00	0,11	3248,00	0,47	0,00	0,03	3153,00	0,42	0,00	0,06
S2-15-15-1-l	6829	10079,76	0,09	0,00	0,48	6760,00	0,39	0,00	0,01	6295,00	0,30	0,00	0,08
S2-15-15-1-s	3652	4049,04	0,12	0,00	0,11	3602,00	0,36	0,00	0,01	3557,00	0,32	0,00	0,03
S2-15-15-2-l	6313	10665,69	0,13	0,00	0,69	6192,00	0,27	0,00	0,02	5950,00	0,24	0,00	0,06
S2-15-15-2-s	3408	3898,28	0,11	0,00	0,14	3334,00	0,27	0,00	0,02	3304,00	0,22	0,00	0,03
S2-15-15-3-l	5096	9305,02	0,12	0,00	0,83	3694,00	1,69	0,00	0,28	4532,00	1,21	0,00	0,11
S2-15-15-3-s	3597	4026,13	0,13	0,00	0,12	3462,00	0,40	0,00	0,04	3456,00	0,37	0,00	0,04
S3-5-5-1-l	3014	4294,24	0,15	0,00	0,42	2715,00	0,36	0,00	0,10	2881,00	0,54	0,00	0,04
S3-5-5-1-s	2068	2471,45	0,14	0,00	0,20	2068,00	0,26	0,00	0,00	2068,00	0,19	0,00	0,00
S3-5-5-2-l	3107	4893,76	0,11	0,00	0,58	3107,00	0,17	0,00	0,00	3036,00	0,21	0,00	0,02
S3-5-5-2-s	2131	2544,77	0,05	0,00	0,19	2131,00	0,24	0,00	0,00	2131,00	0,18	0,00	0,00
S3-5-5-3-l	2849	4808,34	0,09	0,00	0,69	2849,00	0,24	0,00	0,00	2632,00	0,22	0,00	0,08
S3-5-5-3-s	2320	2825,82	0,15	0,00	0,22	2286,00	0,22	0,00	0,01	2311,00	0,20	0,00	0,00
S3-10-5-1-l	2589	4373,26	0,08	0,00	0,69	2589,00	0,25	0,00	0,00	2589,00	0,28	0,00	0,00
S3-10-5-1-s	2104	2544,97	0,04	0,00	0,21	2104,00	0,24	0,00	0,00	2043,00	0,27	0,00	0,03
S3-10-5-2-l	3379	4798,41	0,05	0,00	0,42	3379,00	0,20	0,00	0,00	3379,00	0,16	0,00	0,00
S3-10-5-2-s	2300	2769,72	0,05	0,00	0,20	2287,00	0,25	0,00	0,01	2194,00	0,23	0,00	0,05
S3-10-5-3-l	1729	3680,63	0,09	0,00	1,13	1729,00	0,56	0,00	0,00	804,00	0,90	0,00	0,53
S3-10-5-3-s	1669	2287,70	0,09	0,00	0,37	1669,00	0,48	0,00	0,00	1669,00	0,32	0,00	0,00
S3-15-5-1-l	3125	4520,29	0,05	0,00	0,45	3116,00	0,36	0,00	0,00	3116,00	0,35	0,00	0,00
S3-15-5-1-s	2189	2574,73	0,05	0,00	0,18	2189,00	0,28	0,00	0,00	2189,00	0,27	0,00	0,00
S3-15-5-2-l	3012	5027,62	0,04	0,00	0,67	2261,00	0,35	0,00	0,25	2246,00	0,30	0,00	0,25
S3-15-5-2-s	2177	2739,98	0,09	0,00	0,26	2169,00	0,47	0,00	0,00	2169,00	0,26	0,00	0,00
S3-15-5-3-l	1748	3561,74	0,07	0,00	1,04	937,00	1,00	0,00	0,46	1748,00	0,83	0,00	0,00
S3-15-5-3-s	2268	2488,20	0,08	0,00	0,10	2268,00	0,35	0,00	0,00	2268,00	0,43	0,00	0,00
S3-5-10-1-l	5732	8977,01	0,12	0,00	0,57	5693,00	0,45	0,00	0,01	5557,00	0,48	0,00	0,03
S3-5-10-1-s	3623	4126,14	0,05	0,00	0,14	3623,00	0,73	0,00	0,00	3623,00	0,36	0,00	0,00
S3-5-10-2-l	7298	10592,07	0,16	0,00	0,45	7298,00	0,44	0,00	0,00	7027,00	0,35	0,00	0,04
S3-5-10-2-s	3742	4331,86	0,08	0,00	0,16	3658,00	0,38	0,00	0,02	3629,00	0,55	0,00	0,03
S3-5-10-3-l	4524	8826,75	0,08	0,00	0,95	1296,00	2,13	0,00	0,71	4524,00	0,39	0,00	0,00
S3-5-10-3-s	3704	4326,20	0,13	0,00	0,17	3627,00	0,37	0,00	0,02	3627,00	0,33	0,00	0,02
S3-10-10-1-l	6336	9778,62	0,08	0,00	0,54	6336,00	0,51	0,00	0,00	5638,00	0,31	0,00	0,11
S3-10-10-1-s	3431	3985,50	0,08	0,00	0,16	3412,00	0,41	0,00	0,01	3185,00	0,38	0,00	0,07
S3-10-10-2-l	6906	10483,23	0,11	0,00	0,52	6906,00	0,27	0,00	0,00	6818,00	0,40	0,00	0,01
S3-10-10-2-s	3950	4589,24	0,22	0,00	0,16	3870,00	0,38	0,00	0,02	3747,00	0,32	0,00	0,05
S3-10-10-3-l	5307	9360,84	0,10	0,00	0,76	4014,00	1,52	0,00	0,24	3333,00	1,60	0,00	0,37
S3-10-10-3-s	3602	4159,35	0,07	0,00	0,15	3364,00	0,37	0,00	0,07	3462,00	0,51	0,00	0,04
S3-15-10-1-l	5114	9836,05	0,13	0,00	0,92	5093,00	0,45	0,00	0,00	4936,00	0,31	0,00	0,03
S3-15-10-1-s	3803	4355,46	0,12	0,00	0,15	3755,00	0,53	0,00	0,01	3771,00	0,88	0,00	0,01
S3-15-10-2-l	5794	10340,76	0,23	0,00	0,78	5794,00	0,39	0,00	0,00	5794,00	0,45	0,00	0,00
S3-15-10-2-s	3906	4489,89	0,17	0,00	0,15	3798,00	0,41	0,00	0,03	3814,00	0,49	0,00	0,02
S3-15-10-3-l	3861	8385,59	0,11	0,00	1,17	2792,00	1,22	0,00	0,28	3861,00	0,77	0,00	0,00
S3-15-10-3-s	4029	4505,28	0,07	0,00	0,12	4008,00	0,49	0,00	0,01	4023,00	0,41	0,00	0,00
S3-5-15-1-l	7710	13478,76	0,16	0,00	0,75	7710,00	0,46	0,00	0,00	7034,00	0,47	0,00	0,09
S3-5-15-1-s	5456	6025,68	0,06	0,00	0,10	5456,00	0,61	0,00	0,00	5374,00	0,37	0,00	0,02
S3-5-15-2-l	9486	15806,42	0,11	0,00	0,67	9213,00	0,55	0,00	0,03	9150,00	0,40	0,00	0,04
S3-5-15-2-s	5300	5953,95	0,11	0,00	0,12	5025,00	0,64	0,00	0,05	4948,00	0,42	0,00	0,07
S3-5-15-3-l	6365	13725,80	0,12	0,00	1,16	1713,00	3,74	0,00	0,73	4260,00	1,72	0,00	0,33
S3-5-15-3-s	5415	6124,61	0,12	0,00	0,13	4796,00	0,58	0,00	0,11	4946,00	0,38	0,00	0,09
S3-10-15-1-l	9512	14346,52	0,12	0,00	0,51	9512,00	0,66	0,00	0,00	9079,00	0,49	0,00	0,05
S3-10-15-1-s	5226	5810,88	0,11	0,00	0,11	5144,00	0,47	0,00	0,02	5162,00	0,35	0,00	0,01
S3-10-15-2-l	10699	16291,18	0,06	0,00	0,52	10531,00	0,52	0,00	0,02	10520,00	0,33	0,00	0,02

Instances	Objetive Value	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S3-10-15-2-s	5351	6200,80	0,07	0,00	0,16	5254,00	0,58	0,00	0,02	5207,00	0,33	0,00	0,03
S3-10-15-3-l	6463	13554,41	0,12	0,00	1,10	870,00	2,90	0,00	0,87	6068,00	1,44	0,00	0,06
S3-10-15-3-s	5389	6068,55	0,12	0,00	0,13	5148,00	0,48	0,00	0,04	5240,00	0,53	0,00	0,03
S3-15-15-1-l	9464	15281,09	0,12	0,00	0,61	9246,00	0,47	0,00	0,02	8745,00	0,34	0,00	0,08
S3-15-15-1-s	5387	6064,71	0,06	0,00	0,13	5310,00	0,59	0,00	0,01	5339,00	0,47	0,00	0,01
S3-15-15-2-l	11325	16699,67	0,19	0,00	0,47	10769,00	0,44	0,00	0,05	10552,00	0,46	0,00	0,07
S3-15-15-2-s	5373	6118,38	0,09	0,00	0,14	5273,00	0,58	0,00	0,02	5198,00	0,35	0,00	0,03
S3-15-15-3-l	7237	13404,27	0,10	0,00	0,85	2023,00	3,00	0,00	0,72	4901,00	1,70	0,00	0,32
S3-15-15-3-s	5171	5801,86	0,13	0,00	0,12	5061,00	0,49	0,00	0,02	5061,00	0,39	0,00	0,02
M1-5-5-1-l	10549	15686,34	0,15	0,00	0,49	10425,00	0,53	0,00	0,01	10549,00	0,65	0,00	0,00
M1-5-5-1-s	7321	8748,90	0,06	0,00	0,20	7197,00	0,60	0,00	0,02	7321,00	0,39	0,00	0,00
M1-5-5-2-l	10309	15435,44	0,12	0,00	0,50	10309,00	0,39	0,00	0,00	10308,00	0,48	0,00	0,00
M1-5-5-2-s	7597	9235,51	0,06	0,00	0,22	7597,00	0,46	0,00	0,00	7469,00	0,61	0,00	0,02
M1-5-5-3-l	6861	13799,88	0,11	0,00	1,01	6861,00	0,40	0,00	0,00	6861,00	0,37	0,00	0,00
M1-5-5-3-s	7619	9114,53	0,12	0,00	0,20	7619,00	0,55	0,00	0,00	7000,00	0,60	0,00	0,08
M1-10-5-1-l	10425	14228,99	0,16	0,00	0,36	10425,00	0,65	0,00	0,00	8974,00	0,46	0,00	0,14
M1-10-5-1-s	7196	8349,70	0,10	0,00	0,16	7196,00	0,78	0,00	0,00	7196,00	0,63	0,00	0,00
M1-10-5-2-l	10092	15692,74	0,21	0,00	0,55	10092,00	0,52	0,00	0,00	10092,00	0,38	0,00	0,00
M1-10-5-2-s	7394	8671,49	0,11	0,00	0,17	7394,00	0,45	0,00	0,00	7394,00	0,48	0,00	0,00
M1-10-5-3-l	4788	12284,63	0,15	0,00	1,57	4788,00	0,43	0,00	0,00	4788,00	0,29	0,00	0,00
M1-10-5-3-s	6452	8598,03	0,11	0,00	0,33	6448,00	0,65	0,00	0,00	6342,00	0,73	0,00	0,02
M1-15-5-1-l	11481	15556,41	0,15	0,00	0,35	11480,00	0,78	0,00	0,00	11481,00	0,46	0,00	0,00
M1-15-5-1-s	6471	7956,46	0,11	0,00	0,23	6471,00	0,46	0,00	0,00	6471,00	0,52	0,00	0,00
M1-15-5-2-l	11864	17512,79	0,11	0,00	0,48	11864,00	0,34	0,00	0,00	11249,00	0,40	0,00	0,05
M1-15-5-2-s	7286	8725,86	0,18	0,00	0,20	7096,00	0,54	0,00	0,03	7286,00	0,45	0,00	0,00
M1-15-5-3-l	10266	15450,95	0,11	0,00	0,51	10266,00	0,62	0,00	0,00	10266,00	0,80	0,00	0,00
M1-15-5-3-s	6256	8213,76	0,23	0,00	0,31	6256,00	0,54	0,00	0,00	6178,00	0,36	0,00	0,01
M1-5-10-1-l	14587	28384,87	0,08	0,00	0,95	14586,00	0,98	0,00	0,00	12489,00	0,64	0,00	0,14
M1-5-10-1-s	12027	13951,30	0,08	0,00	0,16	12026,00	0,82	0,00	0,00	12000,00	0,54	0,00	0,00
M1-5-10-2-l	21364	34544,63	0,15	0,00	0,62	21364,00	0,57	0,00	0,00	19803,00	0,53	0,00	0,07
M1-5-10-2-s	12062	14476,39	0,07	0,00	0,20	12061,00	0,79	0,00	0,00	11604,00	0,62	0,00	0,04
M1-5-10-3-l	16330	25868,56	0,13	0,00	0,58	16331,00	1,27	0,00	0,00	16331,00	1,87	0,00	0,00
M1-5-10-3-s	12105	13410,43	0,07	0,00	0,11	11373,00	0,95	0,00	0,06	11373,00	0,75	0,00	0,06
M1-10-10-1-l	23386	32542,54	0,14	0,00	0,39	23384,00	0,73	0,00	0,00	21516,00	0,52	0,00	0,08
M1-10-10-1-s	12512	14530,57	0,16	0,00	0,16	12454,00	0,89	0,00	0,00	12511,00	0,76	0,00	0,00
M1-10-10-2-l	19413	33764,72	0,13	0,00	0,74	19034,00	0,84	0,00	0,02	19034,00	0,97	0,00	0,02
M1-10-10-2-s	13214	15218,49	0,07	0,00	0,15	12849,00	0,84	0,00	0,03	12849,00	0,89	0,00	0,03
M1-10-10-3-l	22438	31825,06	0,12	0,00	0,42	22438,00	0,75	0,00	0,00	22436,00	0,67	0,00	0,00
M1-10-10-3-s	12121	14000,70	0,20	0,00	0,16	11936,00	0,76	0,00	0,02	11601,00	0,50	0,00	0,04
M1-15-10-1-l	19121	33177,49	0,08	0,00	0,74	19072,00	0,50	0,00	0,00	18545,00	0,50	0,00	0,03
M1-15-10-1-s	11627	14010,16	0,08	0,00	0,20	11627,00	0,76	0,00	0,00	11484,00	0,85	0,00	0,01
M1-15-10-2-l	19251	34781,25	0,18	0,00	0,81	19251,00	0,85	0,00	0,00	19251,00	0,47	0,00	0,00
M1-15-10-2-s	13137	15018,06	0,12	0,00	0,14	12942,00	0,62	0,00	0,01	12942,00	0,65	0,00	0,01
M1-15-10-3-l	15789	29935,98	0,19	0,00	0,90	3381,00	3,05	0,00	0,79	12552,00	1,77	0,00	0,21
M1-15-10-3-s	13041	14549,26	0,27	0,00	0,12	12880,00	0,74	0,00	0,01	12556,00	0,52	0,00	0,04
M1-5-15-1-l	28264	47575,53	0,28	0,00	0,68	27887,00	0,51	0,00	0,01	26752,00	0,74	0,00	0,05
M1-5-15-1-s	17340	19438,47	0,16	0,00	0,12	16967,00	0,62	0,00	0,02	17015,00	0,79	0,00	0,02
M1-5-15-2-l	30446	51032,78	0,16	0,00	0,68	29729,00	0,88	0,00	0,02	29883,00	0,56	0,00	0,02
M1-5-15-2-s	17949	20447,77	0,16	0,00	0,14	16969,00	0,64	0,00	0,05	17231,00	0,68	0,00	0,04
M1-5-15-3-l	19801	44584,19	0,16	0,00	1,25	1954,00	2,68	0,00	0,90	18651,00	1,25	0,00	0,06
M1-5-15-3-s	16458	19040,81	0,20	0,00	0,16	15736,00	0,69	0,00	0,04	15738,00	0,55	0,00	0,04
M1-10-15-1-l	31589	50145,55	0,15	0,00	0,59	31311,00	0,51	0,00	0,01	29707,00	0,45	0,00	0,06
M1-10-15-1-s	17379	19756,45	0,16	0,00	0,14	17228,00	0,62	0,00	0,01	17144,00	0,70	0,00	0,01
M1-10-15-2-l	31485	51648,77	0,16	0,00	0,64	31485,00	0,63	0,00	0,00	30774,00	0,55	0,00	0,02
M1-10-15-2-s	17529	20252,94	0,17	0,00	0,16	17289,00	0,70	0,00	0,01	17122,00	0,44	0,00	0,02
M1-10-15-3-l	21646	41092,48	0,27	0,00	0,90	12913,00	2,81	0,00	0,40	19080,00	2,30	0,00	0,12
M1-10-15-3-s	17021	19396,81	0,24	0,00	0,14	16794,00	0,70	0,00	0,01	16739,00	0,94	0,00	0,02
M1-15-15-1-l	34159	53279,98	0,19	0,00	0,56	34159,00	0,65	0,00	0,00	32721,00	0,58	0,00	0,04

Instances	Objetive value	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
M1-15-15-1-s	18289	20377,79	0,25	0,00	0,11	17960,00	0,63	0,00	0,02	17790,00	0,50	0,00	0,03
M1-15-15-2-l	32345	54002,29	0,27	0,00	0,67	32345,00	0,63	0,00	0,00	30540,00	0,49	0,00	0,06
M1-15-15-2-s	17835	20747,82	0,15	0,00	0,16	17661,00	0,64	0,00	0,01	17591,00	0,51	0,00	0,01
M1-15-15-3-l	21875	48102,67	0,17	0,00	1,20	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				21364,00	1,10	0,00	0,02
M1-15-15-3-s	17371	19907,37	0,30	0,00	0,15	16709,00	0,81	0,00	0,04	16218,00	0,65	0,00	0,07
M2-5-5-1-l	22751	29853,58	0,17	0,00	0,31	22752,00	0,62	0,00	0,00	19983,00	0,72	0,00	0,12
M2-5-5-1-s	15581	17186,26	0,10	0,00	0,10	15581,00	0,64	0,00	0,00	14571,00	0,49	0,00	0,06
M2-5-5-2-l	18965	32126,64	0,35	0,00	0,69	18965,00	0,39	0,00	0,00	18737,00	0,56	0,00	0,01
M2-5-5-2-s	14248	17044,83	0,09	0,00	0,20	14248,00	0,63	0,00	0,00	14248,00	0,34	0,00	0,00
M2-5-5-3-l	10279	23227,45	0,17	0,00	1,26	5063,00	1,35	0,00	0,51	10279,00	0,82	0,00	0,00
M2-5-5-3-s	13347	15099,98	0,16	0,00	0,13	13346,00	1,21	0,00	0,00	13347,00	1,04	0,00	0,00
M2-10-5-1-l	20466	31540,66	0,35	0,00	0,54	20466,00	0,44	0,00	0,00	17797,00	0,60	0,00	0,13
M2-10-5-1-s	14829	17741,01	0,15	0,00	0,20	14829,00	0,56	0,00	0,00	14829,00	0,63	0,00	0,00
M2-10-5-2-l	19211	30747,61	0,10	0,00	0,60	19211,00	0,56	0,00	0,00	18989,00	0,41	0,00	0,01
M2-10-5-2-s	15195	18275,64	0,08	0,00	0,20	15195,00	0,55	0,00	0,00	14732,00	0,34	0,00	0,03
M2-10-5-3-l	14618	27271,72	0,19	0,00	0,87	13057,00	0,92	0,00	0,11	14618,00	0,44	0,00	0,00
M2-10-5-3-s	13266	16097,99	0,07	0,00	0,21	13266,00	0,53	0,00	0,00	13266,00	0,68	0,00	0,00
M2-15-5-1-l	20068	30880,40	0,14	0,00	0,54	20068,00	0,38	0,00	0,00	18858,00	0,43	0,00	0,06
M2-15-5-1-s	13911	16802,27	0,08	0,00	0,21	13911,00	0,45	0,00	0,00	13910,00	0,43	0,00	0,00
M2-15-5-2-l	20282	31213,34	0,14	0,00	0,54	20282,00	0,61	0,00	0,00	20282,00	0,33	0,00	0,00
M2-15-5-2-s	14935	18003,48	0,08	0,00	0,21	14935,00	0,69	0,00	0,00	14935,00	0,43	0,00	0,00
M2-15-5-3-l	21319	33279,24	0,13	0,00	0,56	21319,00	0,56	0,00	0,00	19464,00	0,35	0,00	0,09
M2-15-5-3-s	14569	17848,28	0,17	0,00	0,23	14569,00	0,40	0,00	0,00	14569,00	0,65	0,00	0,00
M2-5-10-1-l	40391	61829,68	0,22	0,00	0,53	40031,00	0,70	0,00	0,01	38199,00	0,65	0,00	0,05
M2-5-10-1-s	23840	28159,30	0,22	0,00	0,18	23720,00	0,89	0,00	0,01	23720,00	0,74	0,00	0,01
M2-5-10-2-l	38012	66447,81	0,27	0,00	0,75	38012,00	0,66	0,00	0,00	36747,00	0,51	0,00	0,03
M2-5-10-2-s	23637	28567,10	0,16	0,00	0,21	22622,00	1,13	0,00	0,04	22878,00	0,70	0,00	0,03
M2-5-10-3-l	34331	61710,84	0,26	0,00	0,80	7158,00	2,70	0,00	0,79	31773,00	0,67	0,00	0,07
M2-5-10-3-s	25080	28626,30	0,19	0,00	0,14	24719,00	1,02	0,00	0,01	24692,00	0,66	0,00	0,02
M2-10-10-1-l	32897	59512,98	0,32	0,00	0,81	32769,00	0,61	0,00	0,00	26955,00	0,55	0,00	0,18
M2-10-10-1-s	23995	27699,27	0,20	0,00	0,15	23995,00	0,89	0,00	0,00	23665,00	0,61	0,00	0,01
M2-10-10-2-l	44387	71077,68	0,20	0,00	0,60	41110,00	0,79	0,00	0,07	42138,00	0,99	0,00	0,05
M2-10-10-2-s	24119	28046,92	0,22	0,00	0,16	23422,00	0,68	0,00	0,03	22808,00	0,58	0,00	0,05
M2-10-10-3-l	37848	66864,26	0,21	0,00	0,77	27908,00	1,95	0,00	0,26	37848,00	0,71	0,00	0,00
M2-10-10-3-s	25839	29825,72	0,22	0,00	0,15	23518,00	0,98	0,00	0,09	23864,00	0,66	0,00	0,08
M2-15-10-1-l	37665	63005,40	0,20	0,00	0,67	37665,00	0,87	0,00	0,00	35084,00	0,60	0,00	0,07
M2-15-10-1-s	24247	28156,92	0,31	0,00	0,16	24247,00	0,71	0,00	0,00	23734,00	0,62	0,00	0,02
M2-15-10-2-l	48012	71800,63	0,21	0,00	0,50	48012,00	0,79	0,00	0,00	48012,00	0,60	0,00	0,00
M2-15-10-2-s	24887	29657,14	0,14	0,00	0,19	24730,00	0,82	0,00	0,01	24730,00	0,53	0,00	0,01
M2-15-10-3-l	30105	62032,49	0,32	0,00	1,06	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				30105,00	1,01	0,00	0,00
M2-15-10-3-s	25718	29325,51	0,25	0,00	0,14	25718,00	0,76	0,00	0,00	25718,00	0,90	0,00	0,00
M2-5-15-1-l	52718	89116,60	0,29	0,00	0,69	51817,00	1,24	0,00	0,02	48123,00	0,89	0,00	0,09
M2-5-15-1-s	33816	38688,54	0,27	0,00	0,14	33088,00	1,19	0,00	0,02	33088,00	0,90	0,00	0,02
M2-5-15-2-l	62860	104784,57	0,33	0,00	0,67	62860,00	0,89	0,00	0,00	62860,00	1,01	0,00	0,00
M2-5-15-2-s	35287	40070,33	0,27	0,00	0,14	33664,00	1,19	0,00	0,05	33664,00	0,82	0,00	0,05
M2-5-15-3-l	59951	91277,38	0,32	0,00	0,52	59951,00	2,14	0,00	0,00	59061,00	0,89	0,00	0,01
M2-5-15-3-s	30867	35766,40	0,34	0,00	0,16	29938,00	1,32	0,00	0,03	29708,00	1,12	0,00	0,04
M2-10-15-1-l	67785	101743,48	0,32	0,00	0,50	67626,00	1,28	0,00	0,00	63800,00	0,75	0,00	0,06
M2-10-15-1-s	34845	39703,32	0,33	0,00	0,14	34844,00	1,74	0,00	0,00	34327,00	0,88	0,00	0,01
M2-10-15-2-l	70681	108522,31	0,30	0,00	0,54	70346,00	0,96	0,00	0,00	69035,00	1,27	0,00	0,02
M2-10-15-2-s	34326	40105,75	0,30	0,00	0,17	32740,00	1,39	0,00	0,05	33385,00	0,81	0,00	0,03
M2-10-15-3-l	60497	97517,56	0,32	0,00	0,61	13537,00	5,40	0,00	0,78	48967,00	3,36	0,00	0,19
M2-10-15-3-s	36443	40753,36	0,27	0,00	0,12	34986,00	1,56	0,00	0,04	34680,00	1,16	0,00	0,05
M2-15-15-1-l	63131	98957,57	0,37	0,00	0,57	63131,00	0,96	0,00	0,00	62510,00	0,81	0,00	0,01
M2-15-15-1-s	35102	39912,75	0,29	0,00	0,14	35102,00	1,71	0,00	0,00	33846,00	0,82	0,00	0,04
M2-15-15-2-l	60752	105426,34	0,32	0,00	0,74	58964,00	1,50	0,00	0,03	57533,00	0,83	0,00	0,05
M2-15-15-2-s	34739	40894,37	0,32	0,00	0,18	34052,00	1,01	0,00	0,02	33944,00	1,00	0,00	0,02
M2-15-15-3-l	67756	101376,50	0,40	0,00	0,50	44948,00	5,00	0,00	0,34	67751,00	2,00	0,00	0,00

Instances	Objetive value	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
M2-15-15-3-s	36252	40910,31	0,27	0,00	0,13	34982,00	1,70	0,00	0,04	34982,00	0,95	0,00	0,04
L-5-5-1-l	105467	162237,10	0,78	0,00	0,54	105466,00	1,51	0,00	0,00	74564,00	0,97	0,00	0,29
L-5-5-1-s	60004	81892,51	0,86	0,00	0,36	60004,00	1,49	0,00	0,00	60002,00	1,28	0,00	0,00
L-5-5-2-l	110462	168523,08	0,77	0,00	0,53	108821,00	1,48	0,00	0,01	110462,00	1,13	0,00	0,00
L-5-5-2-s	74176	87947,67	0,66	0,00	0,19	74176,00	2,24	0,00	0,00	74176,00	2,56	0,00	0,00
L-5-5-3-l	70353	127049,39	3,48	0,00	0,81	28345,00	3,17	0,00	0,60	62032,00	2,66	0,00	0,12
L-5-5-3-s	59777	70539,80	2,43	0,00	0,18	59777,00	2,36	0,00	0,00	59777,00	1,88	0,00	0,00
L-10-5-1-l	98470	148644,63	1,44	0,00	0,51	92991,00	1,43	0,00	0,06	98470,00	1,24	0,00	0,00
L-10-5-1-s	70754	85632,58	0,82	0,00	0,21	70754,00	2,01	0,00	0,00	70754,00	1,72	0,00	0,00
L-10-5-2-l	98435	158289,03	1,11	0,00	0,61	95347,00	1,37	0,00	0,03	92796,00	1,51	0,00	0,06
L-10-5-2-s	81007	95214,18	0,50	0,00	0,18	81005,00	2,05	0,00	0,00	78598,00	1,39	0,00	0,03
L-10-5-3-l	85040	146639,46	1,76	0,00	0,72	78685,00	1,40	0,00	0,07	85040,00	1,43	0,00	0,00
L-10-5-3-s	75961	87695,13	0,64	0,00	0,15	75961,00	1,93	0,00	0,00	75961,00	1,36	0,00	0,00
L-15-5-1-l	110521	168232,75	0,62	0,00	0,52	110521,00	1,59	0,00	0,00	107396,00	1,55	0,00	0,03
L-15-5-1-s	68758	85894,06	0,80	0,00	0,25	68758,00	2,03	0,00	0,00	58139,00	1,00	0,00	0,15
L-15-5-2-l	109000	162301,36	0,97	0,00	0,49	109000,00	1,46	0,00	0,00	109000,00	1,39	0,00	0,00
L-15-5-2-s	79208	92289,87	0,54	0,00	0,17	79208,00	2,14	0,00	0,00	79201,00	1,65	0,00	0,00
L-15-5-3-l	98612	160327,89	1,22	0,00	0,63	98612,00	1,70	0,00	0,00	98612,00	1,16	0,00	0,00
L-15-5-3-s	81458	94324,78	0,65	0,00	0,16	77360,00	3,37	0,00	0,05	77360,00	2,19	0,00	0,05
L-5-10-1-l	210276	321147,73	2,74	0,00	0,53	206426,00	3,88	0,00	0,02	189231,00	2,69	0,00	0,10
L-5-10-1-s	118959	139096,24	1,42	0,00	0,17	118955,00	4,19	0,00	0,00	118644,00	3,00	0,00	0,00
L-5-10-2-l	208783	335275,53	1,64	0,00	0,61	205411,00	3,15	0,00	0,02	203939,00	2,98	0,00	0,02
L-5-10-2-s	116959	138256,31	1,16	0,00	0,18	111952,00	4,63	0,00	0,04	111952,00	3,26	0,00	0,04
L-5-10-3-l	165548	329347,06	2,14	0,00	0,99	165548,00	2,84	0,00	0,00	165548,00	2,45	0,00	0,00
L-5-10-3-s	118878	144989,40	2,06	0,00	0,22	110105,00	5,73	0,00	0,07	115270,00	2,94	0,00	0,03
L-10-10-1-l	233762	340503,65	2,53	0,00	0,46	233761,00	3,42	0,00	0,00	209316,00	3,07	0,00	0,10
L-10-10-1-s	122774	140974,01	1,62	0,00	0,15	121508,00	4,32	0,00	0,01	122743,00	3,11	0,00	0,00
L-10-10-2-l	216529	348969,46	1,69	0,00	0,61	211833,00	3,46	0,00	0,02	212844,00	2,85	0,00	0,02
L-10-10-2-s	130610	149272,81	1,29	0,00	0,14	127311,00	4,69	0,00	0,03	127311,00	4,69	0,00	0,03
L-10-10-3-l	117247	285422,12	3,31	0,00	1,43	31966,00	9,09	0,00	0,73	117247,00	5,34	0,00	0,00
L-10-10-3-s	121196	138572,12	1,30	0,00	0,14	115352,00	8,18	0,00	0,05	115393,00	5,22	0,00	0,05
L-15-10-1-l	226421	341557,36	3,26	0,00	0,51	226421,00	4,67	0,00	0,00	195878,00	3,99	0,00	0,13
L-15-10-1-s	129305	145996,87	1,92	0,00	0,13	129305,00	7,17	0,00	0,00	129294,00	4,69	0,00	0,00
L-15-10-2-l	238381	364208,26	1,58	0,00	0,53	235941,00	4,99	0,00	0,01	235125,00	4,21	0,00	0,01
L-15-10-2-s	123086	146281,69	1,17	0,00	0,19	123086,00	5,89	0,00	0,00	121906,00	3,76	0,00	0,01
L-15-10-3-l	168712	305696,23	2,52	0,00	0,81	153936,00	12,54	0,00	0,09	168712,00	10,06	0,00	0,00
L-15-10-3-s	130492	148327,38	1,09	0,00	0,14	126959,00	6,21	0,00	0,03	125640,00	5,97	0,00	0,04
L-5-15-1-l	334280	508001,72	2,38	0,00	0,52	322311,00	8,14	0,00	0,04	312812,00	5,81	0,00	0,06
L-5-15-1-s	171319	197900,24	1,54	0,00	0,16	171315,00	9,47	0,00	0,00	165983,00	5,71	0,00	0,03
L-5-15-2-l	284855	513039,09	2,21	0,00	0,80	278869,00	7,31	0,00	0,02	270471,00	5,85	0,00	0,05
L-5-15-2-s	175388	202478,49	1,41	0,00	0,15	171349,00	7,07	0,00	0,02	171157,00	7,07	0,00	0,02
L-5-15-3-l	286692	458990,17	3,43	0,00	0,60	222829,00	26,89	0,00	0,22	212155,00	26,38	0,00	0,26
L-5-15-3-s	162730	185644,68	3,41	0,00	0,14	158037,00	11,21	0,00	0,03	149636,00	7,79	0,00	0,08
L-10-15-1-l	281496	502554,00	2,57	0,00	0,79	265566,00	12,24	0,00	0,06	258844,00	12,11	0,00	0,08
L-10-15-1-s	168293	192357,10	1,55	0,00	0,14	167520,00	11,27	0,00	0,00	163329,00	6,42	0,00	0,03
L-10-15-2-l	329864	544145,11	1,50	0,00	0,65	327492,00	5,90	0,00	0,01	321550,00	5,38	0,00	0,03
L-10-15-2-s	170877	202899,10	1,54	0,00	0,19	165599,00	7,49	0,00	0,03	164609,00	5,94	0,00	0,04
L-10-15-3-l	322336	513891,37	2,47	0,00	0,59	322336,00	13,61	0,00	0,00	320598,00	6,93	0,00	0,01
L-10-15-3-s	169324	198740,01	1,59	0,00	0,17	166971,00	8,49	0,00	0,01	164207,00	6,17	0,00	0,03
L-15-15-1-l	336888	516260,72	3,13	0,00	0,53	328490,00	6,26	0,00	0,02	314144,00	5,78	0,00	0,07
L-15-15-1-s	166613	192566,81	1,56	0,00	0,16	165859,00	9,28	0,00	0,00	162940,00	6,70	0,00	0,02
L-15-15-2-l	335277	537929,07	1,81	0,00	0,60	323826,00	7,42	0,00	0,03	331164,00	6,17	0,00	0,01
L-15-15-2-s	181488	208429,52	1,51	0,00	0,15	174656,00	9,84	0,00	0,04	175271,00	6,30	0,00	0,03
L-15-15-3-l	345765	509006,16	2,31	0,00	0,47	345764,00	14,32	0,00	0,00	340959,00	8,34	0,00	0,01
L-15-15-3-s	170744	196538,34	1,75	0,00	0,15	166734,00	9,21	0,00	0,02	163106,00	6,58	0,00	0,04
Médias	36808	53537	0,40	0,00	41,46	35197,66	1,56	0,00	5,82	35139,97	1,19	0,00	4,35

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE B – RESULTADOS COM CANIBALISMO DO MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2

A Tabela 7 apresenta as soluções para as 324 instâncias com Canibalismo disponibilizadas na literatura e executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2. Os valores da função objetivo usados no Modelo 1, para esse conjunto de instâncias foi informado por Schneider (2019) e para os demais modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Destaca-se em vermelho, que em três instâncias a heurística H-R1 não conseguiu resolver, apresentando infactibilidade, impossibilitando a solução das mesmas. Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2.

Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 7 - Resultados com Canibalismo do Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Método Exato - Schneider (2019)	Modelo 2 - Canibalismo - (Cruz 2020)				H-R1 - Modelo 3 - Canibalismo - (Cruz 2020)				H-R2 - Modelo 4 - Canibalismo - (Cruz 2020)			
	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
S1-5-5-1-I-CAN	795	1412,85	0,13	0,00	0,78	794,00	1,77	0,00	0,00	795,00	0,28	0,00	0,00
S1-5-5-1-S-CAN	739	877,47	0,11	0,00	0,19	739,00	0,58	0,00	0,00	739,00	0,45	0,00	0,00
S1-5-5-2-I-CAN	878	1450,32	0,11	0,00	0,65	878,00	0,45	0,00	0,00	838,00	0,44	0,00	0,05
S1-5-5-2-S-CAN	659	819,37	0,19	0,00	0,24	652,00	0,38	0,00	0,01	652,00	0,41	0,00	0,01
S1-5-5-3-I-CAN	796	1369,26	0,16	0,00	0,72	350,00	1,00	0,00	0,56	796,00	0,80	0,00	0,00
S1-5-5-3-S-CAN	703	866,32	0,17	0,00	0,23	703,00	0,38	0,00	0,00	697,00	0,51	0,00	0,01
S1-10-5-1-I-CAN	648	1326,45	0,14	0,00	1,05	601,00	0,33	0,00	0,07	499,00	0,68	0,00	0,23
S1-10-5-1-S-CAN	711	863,92	0,22	0,00	0,22	711,00	0,34	0,00	0,00	689,00	0,73	0,00	0,03
S1-10-5-2-I-CAN	1038	1586,23	0,13	0,00	0,53	1038,00	0,35	0,00	0,00	1038,00	0,40	0,00	0,00
S1-10-5-2-S-CAN	769	921,33	0,13	0,00	0,20	753,00	0,25	0,00	0,02	769,00	0,51	0,00	0,00
S1-10-5-3-I-CAN	775	1133,03	0,14	0,00	0,46	775,00	0,36	0,00	0,00	775,00	0,70	0,00	0,00
S1-10-5-3-S-CAN	786	897,01	0,19	0,00	0,14	782,00	0,40	0,00	0,01	782,00	0,33	0,00	0,01
S1-15-5-1-I-CAN	983	1450,83	0,14	0,00	0,48	983,00	0,46	0,00	0,00	904,00	0,70	0,00	0,08
S1-15-5-1-S-CAN	711	846,70	0,17	0,00	0,19	711,00	0,66	0,00	0,00	701,00	0,50	0,00	0,01
S1-15-5-2-I-CAN	849	1569,96	0,14	0,00	0,85	822,00	0,35	0,00	0,03	849,00	0,32	0,00	0,00
S1-15-5-2-S-CAN	747	898,08	0,19	0,00	0,20	736,00	0,33	0,00	0,01	736,00	0,61	0,00	0,01
S1-15-5-3-I-CAN	902	1445,22	0,09	0,00	0,60	902,00	0,75	0,00	0,00	902,00	1,05	0,00	0,00
S1-15-5-3-S-CAN	787	892,44	0,09	0,00	0,13	787,00	0,55	0,00	0,00	787,00	0,41	0,00	0,00
S1-5-10-1-I-CAN	2015	3275,80	0,19	0,00	0,63	2000,00	0,38	0,00	0,01	1899,00	0,44	0,00	0,06
S1-5-10-1-S-CAN	1232	1358,43	0,33	0,00	0,10	1162,00	0,32	0,00	0,06	1162,00	0,48	0,00	0,06
S1-5-10-2-I-CAN	1706	3207,11	0,16	0,00	0,88	1706,00	0,40	0,00	0,00	1706,00	0,33	0,00	0,00
S1-5-10-2-S-CAN	1384	1570,42	0,20	0,00	0,13	1372,00	0,36	0,00	0,01	1325,00	0,63	0,00	0,04
S1-5-10-3-I-CAN	1552	2819,72	0,17	0,00	0,82	1550,00	0,35	0,00	0,00	1541,00	0,32	0,00	0,01
S1-5-10-3-S-CAN	1115	1275,96	0,22	0,00	0,14	1115,00	0,38	0,00	0,00	1060,00	0,61	0,00	0,05
S1-10-10-1-I-CAN	2150	3078,66	0,25	0,00	0,43	1691,00	0,41	0,00	0,21	2037,00	0,90	0,00	0,05
S1-10-10-1-S-CAN	1134	1246,19	0,86	0,00	0,10	1098,00	0,45	0,00	0,03	1125,00	0,80	0,00	0,01

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
S1-10-10-2-I-CAN	2269	3447,29	0,19	0,00	0,52	2163,00	0,35	0,00	0,05	2163,00	0,52	0,00	0,05
S1-10-10-2-S-CAN	1369	1501,24	0,36	0,00	0,10	1353,00	0,40	0,00	0,01	1353,00	0,53	0,00	0,01
S1-10-10-3-I-CAN	1954	3265,78	0,19	0,00	0,67	657,00	1,46	0,00	0,66	1765,00	0,49	0,00	0,10
S1-10-10-3-S-CAN	1272	1515,63	0,22	0,00	0,19	1193,00	0,45	0,00	0,06	1241,00	0,52	0,00	0,02
S1-15-10-1-I-CAN	1818	3306,43	0,47	0,00	0,82	1661,00	0,51	0,00	0,09	1807,00	0,49	0,00	0,01
S1-15-10-1-S-CAN	1313	1445,47	0,49	0,00	0,10	1233,00	0,62	0,00	0,06	1250,00	0,66	0,00	0,05
S1-15-10-2-I-CAN	2033	3608,55	0,19	0,00	0,77	1977,00	0,44	0,00	0,03	1807,00	0,59	0,00	0,11
S1-15-10-2-S-CAN	1342	1561,01	0,20	0,00	0,16	1317,00	0,47	0,00	0,02	1317,00	0,52	0,00	0,02
S1-15-10-3-I-CAN	1986	3248,64	0,17	0,00	0,64	1909,00	0,32	0,00	0,04	1784,00	0,59	0,00	0,10
S1-15-10-3-S-CAN	1137	1364,39	0,53	0,00	0,20	1128,00	0,54	0,00	0,01	1119,00	0,34	0,00	0,02
S1-5-15-1-I-CAN	2778	4687,43	1,63	0,00	0,69	2584,00	0,42	0,00	0,07	2151,00	0,63	0,00	0,23
S1-5-15-1-S-CAN	1755	1981,78	1,81	0,03	0,13	1733,00	1,18	0,00	0,01	1693,00	0,78	0,00	0,04
S1-5-15-2-I-CAN	2527	4971,43	0,83	0,10	0,97	2288,00	0,44	0,00	0,09	2135,00	0,38	0,00	0,16
S1-5-15-2-S-CAN	1860	2105,11	1,92	0,00	0,13	1820,00	0,41	0,00	0,02	1838,00	0,76	0,00	0,01
S1-5-15-3-I-CAN	2505	4805,28	0,20	0,00	0,92	420,00	2,50	0,00	0,83	2350,00	0,32	0,00	0,06
S1-5-15-3-S-CAN	1824	2070,32	1,33	0,00	0,14	1791,00	0,38	0,00	0,02	1745,00	0,55	0,00	0,04
S1-10-15-1-I-CAN	3202	4692,37	0,83	0,00	0,47	3097,00	0,48	0,00	0,03	2539,00	0,43	0,00	0,21
S1-10-15-1-S-CAN	1825	1985,58	1,84	0,06	0,09	1751,00	0,74	0,00	0,04	1691,00	0,90	0,00	0,07
S1-10-15-2-I-CAN	3221	5369,14	1,13	0,00	0,67	2960,00	0,37	0,00	0,08	3062,00	0,36	0,00	0,05
S1-10-15-2-S-CAN	1776	1948,57	0,48	0,00	0,10	1758,00	0,53	0,00	0,01	1643,00	0,56	0,00	0,07
S1-10-15-3-I-CAN	2743	4698,70	0,31	0,00	0,71	2279,00	1,11	0,00	0,17	2204,00	0,84	0,00	0,20
S1-10-15-3-S-CAN	1577	1780,18	0,53	0,00	0,13	1576,00	0,50	0,00	0,00	1556,00	0,51	0,00	0,01
S1-15-15-1-I-CAN	3387	4945,15	0,75	5,99	0,46	3014,00	0,48	0,00	0,11	2988,00	0,80	0,00	0,12
S1-15-15-1-S-CAN	1776	1991,83	1,34	0,00	0,12	1660,00	0,69	0,00	0,07	1672,00	0,66	0,00	0,06
S1-15-15-2-I-CAN	3330	5427,27	0,81	0,00	0,63	3221,00	0,60	0,00	0,03	3236,00	0,39	0,00	0,03
S1-15-15-2-S-CAN	1957	2190,37	1,55	0,00	0,12	1927,00	0,60	0,00	0,02	1938,00	0,53	0,00	0,01
S1-15-15-3-I-CAN	3019	5057,32	0,48	0,00	0,68	2892,00	0,33	0,00	0,04	2932,00	0,63	0,00	0,03
S1-15-15-3-S-CAN	1745	2046,53	1,78	0,00	0,17	1673,00	0,59	0,00	0,04	1691,00	0,53	0,00	0,03
S2-5-5-1-I-CAN	1434	2801,26	0,14	0,00	0,95	1285,00	0,39	0,00	0,10	1285,00	0,36	0,00	0,10
S2-5-5-1-S-CAN	1428	1697,47	0,19	0,00	0,19	1428,00	0,46	0,00	0,00	1419,00	0,40	0,00	0,01
S2-5-5-2-I-CAN	1983	2881,93	0,16	0,00	0,45	1983,00	0,47	0,00	0,00	1983,00	0,61	0,00	0,00
S2-5-5-2-S-CAN	1413	1673,15	0,16	0,00	0,18	1413,00	0,48	0,00	0,00	1413,00	0,43	0,00	0,00
S2-5-5-3-I-CAN	1536	2627,12	0,13	0,00	0,71	1536,00	0,48	0,00	0,00	1536,00	0,40	0,00	0,00
S2-5-5-3-S-CAN	1439	1767,15	0,19	0,00	0,23	1439,00	0,70	0,00	0,00	1403,00	0,59	0,00	0,03
S2-10-5-1-I-CAN	1927	2848,62	0,20	0,00	0,48	1901,00	0,41	0,00	0,01	1658,00	0,34	0,00	0,14
S2-10-5-1-S-CAN	1365	1742,07	0,14	0,00	0,28	1365,00	0,38	0,00	0,00	1164,00	0,69	0,00	0,15
S2-10-5-2-I-CAN	2421	3470,51	0,14	0,00	0,43	2421,00	0,37	0,00	0,00	2421,00	0,51	0,00	0,00
S2-10-5-2-S-CAN	1461	1811,66	0,17	0,00	0,24	1445,00	0,53	0,00	0,01	1445,00	0,50	0,00	0,01
S2-10-5-3-I-CAN	954	2441,99	0,17	0,00	1,56	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				954,00	0,43	0,00	0,00
S2-10-5-3-S-CAN	1317	1558,51	0,16	0,00	0,18	1317,00	0,30	0,00	0,00	1317,00	0,43	0,00	0,00
S2-15-5-1-I-CAN	2219	3132,53	0,22	0,00	0,41	2213,00	0,32	0,00	0,00	2219,00	0,40	0,00	0,00
S2-15-5-1-S-CAN	1482	1723,59	0,22	0,00	0,16	1412,00	0,36	0,00	0,05	1412,00	0,38	0,00	0,05
S2-15-5-2-I-CAN	1830	3131,88	0,16	0,00	0,71	1830,00	0,32	0,00	0,00	1830,00	0,39	0,00	0,00
S2-15-5-2-S-CAN	1441	1753,33	0,16	0,00	0,22	1441,00	0,27	0,00	0,00	1400,00	0,31	0,00	0,03

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
S2-15-5-3-I-CAN	1920	2719,48	0,17	0,00	0,42	1920,00	0,41	0,00	0,00	1920,00	0,30	0,00	0,00
S2-15-5-3-S-CAN	1529	1705,15	0,16	0,00	0,12	1529,00	0,45	0,00	0,00	1486,00	0,38	0,00	0,03
S2-5-10-1-I-CAN	3200	6009,67	0,39	0,00	0,88	3195,00	0,41	0,00	0,00	2775,00	0,32	0,00	0,13
S2-5-10-1-S-CAN	2398	2733,19	0,52	0,00	0,14	2227,00	0,45	0,00	0,07	2227,00	0,38	0,00	0,07
S2-5-10-2-I-CAN	3827	6096,99	0,30	0,00	0,59	3695,00	0,35	0,00	0,03	3290,00	0,43	0,00	0,14
S2-5-10-2-S-CAN	2430	2842,74	0,72	0,00	0,17	2375,00	0,36	0,00	0,02	2375,00	0,43	0,00	0,02
S2-5-10-3-I-CAN	3840	6264,75	0,19	0,00	0,63	3840,00	0,48	0,00	0,00	2310,00	1,20	0,00	0,40
S2-5-10-3-S-CAN	2263	2630,06	0,52	0,00	0,16	2235,00	0,54	0,00	0,01	2235,00	0,41	0,00	0,01
S2-10-10-1-I-CAN	4472	6456,95	0,34	0,00	0,44	3847,00	0,36	0,00	0,14	3892,00	0,46	0,00	0,13
S2-10-10-1-S-CAN	2595	2808,58	0,58	0,00	0,08	2595,00	0,55	0,00	0,00	2595,00	0,51	0,00	0,00
S2-10-10-2-I-CAN	3618	6558,63	0,42	0,00	0,81	3557,00	0,29	0,00	0,02	2855,00	0,33	0,00	0,21
S2-10-10-2-S-CAN	2423	2875,85	0,69	0,00	0,19	2380,00	0,41	0,00	0,02	2338,00	0,43	0,00	0,04
S2-10-10-3-I-CAN	3663	6682,84	0,19	0,00	0,82	3330,00	0,52	0,00	0,09	3663,00	0,39	0,00	0,00
S2-10-10-3-S-CAN	2552	2959,55	0,53	0,00	0,16	2552,00	0,33	0,00	0,00	2490,00	0,40	0,00	0,02
S2-15-10-1-I-CAN	4140	6636,00	0,42	0,00	0,60	3995,00	0,30	0,00	0,04	3701,00	0,47	0,00	0,11
S2-15-10-1-S-CAN	2511	2904,13	0,36	0,00	0,16	2503,00	0,48	0,00	0,00	2503,00	0,55	0,00	0,00
S2-15-10-2-I-CAN	4470	6990,24	0,23	0,00	0,56	4304,00	0,45	0,00	0,04	4304,00	0,36	0,00	0,04
S2-15-10-2-S-CAN	2556	3047,21	0,58	0,00	0,19	2457,00	0,45	0,00	0,04	2466,00	0,44	0,00	0,04
S2-15-10-3-I-CAN	3934	5938,95	0,23	0,00	0,51	3792,00	0,49	0,00	0,04	3653,00	0,33	0,00	0,07
S2-15-10-3-S-CAN	2510	2809,73	0,44	0,00	0,12	2510,00	0,40	0,00	0,00	2510,00	0,41	0,00	0,00
S2-5-15-1-I-CAN	4913	8887,66	2,25	0,00	0,81	4695,00	0,40	0,00	0,04	4445,00	0,43	0,00	0,10
S2-5-15-1-S-CAN	3415	3793,17	3,42	23,52	0,11	3315,00	0,56	0,00	0,03	3206,00	0,56	0,00	0,06
S2-5-15-2-I-CAN	5043	9699,69	1,89	11,64	0,92	4738,00	0,34	0,00	0,06	4798,00	0,50	0,00	0,05
S2-5-15-2-S-CAN	3412	3950,84	6,41	0,00	0,16	3399,00	0,39	0,00	0,00	3399,00	0,41	0,00	0,00
S2-5-15-3-I-CAN	4056	8609,41	0,31	0,00	1,12	3118,00	1,05	0,00	0,23	4056,00	0,62	0,00	0,00
S2-5-15-3-S-CAN	2999	3420,74	3,66	0,00	0,14	2815,00	0,71	0,00	0,06	2837,00	0,56	0,00	0,05
S2-10-15-1-I-CAN	5710	9989,07	1,52	19,94	0,75	5462,00	0,43	0,00	0,04	5481,00	0,40	0,00	0,04
S2-10-15-1-S-CAN	3368	3771,53	7,36	0,00	0,12	3316,00	1,17	0,00	0,02	3259,00	0,81	0,00	0,03
S2-10-15-2-I-CAN	5388	10156,00	2,20	12,31	0,88	4920,00	0,37	0,00	0,09	4480,00	0,35	0,00	0,17
S2-10-15-2-S-CAN	3639	4295,36	7,27	0,00	0,18	3619,00	0,52	0,00	0,01	3450,00	0,52	0,00	0,05
S2-10-15-3-I-CAN	5737	9738,16	0,38	0,00	0,70	5434,00	0,68	0,00	0,05	5437,00	0,68	0,00	0,05
S2-10-15-3-S-CAN	3364	3749,36	2,00	0,00	0,11	3337,00	0,43	0,00	0,01	3215,00	0,53	0,00	0,04
S2-15-15-1-I-CAN	6398	10079,76	1,70	0,00	0,58	5840,00	0,39	0,00	0,09	5782,00	0,36	0,00	0,10
S2-15-15-1-S-CAN	3636	4049,04	5,01	0,00	0,11	3596,00	0,43	0,00	0,01	3480,00	0,46	0,00	0,04
S2-15-15-2-I-CAN	6313	10665,69	2,63	0,00	0,69	5605,00	0,49	0,00	0,11	5445,00	0,71	0,00	0,14
S2-15-15-2-S-CAN	3408	3898,28	2,77	0,00	0,14	3328,00	0,46	0,00	0,02	3352,00	0,60	0,00	0,02
S2-15-15-3-I-CAN	4069	9305,00	0,30	0,00	1,29	2832,00	1,25	0,00	0,30	4069,00	1,06	0,00	0,00
S2-15-15-3-S-CAN	3587	4026,13	3,72	0,00	0,12	3587,00	0,38	0,00	0,00	3565,00	0,51	0,00	0,01
S3-5-5-1-I-CAN	3014	4294,24	0,16	0,00	0,42	3014,00	0,28	0,00	0,00	2839,00	0,39	0,00	0,06
S3-5-5-1-S-CAN	2068	2471,45	0,19	0,00	0,20	2068,00	0,32	0,00	0,00	2068,00	0,41	0,00	0,00
S3-5-5-2-I-CAN	3107	4893,76	0,27	0,00	0,58	3107,00	0,30	0,00	0,00	3036,00	0,41	0,00	0,02
S3-5-5-2-S-CAN	1916	2544,77	0,16	0,00	0,33	1916,00	0,28	0,00	0,00	1916,00	0,41	0,00	0,00
S3-5-5-3-I-CAN	2849	4808,34	0,19	0,00	0,69	2849,00	0,36	0,00	0,00	2632,00	0,34	0,00	0,08
S3-5-5-3-S-CAN	2320	2825,82	0,17	0,00	0,22	2280,00	0,36	0,00	0,02	2280,00	0,36	0,00	0,02

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
S3-10-5-1-I-CAN	2589	4373,26	0,22	0,00	0,69	2589,00	0,35	0,00	0,00	2589,00	0,32	0,00	0,00
S3-10-5-1-S-CAN	2104	2544,97	0,23	0,00	0,21	2104,00	0,31	0,00	0,00	2043,00	0,41	0,00	0,03
S3-10-5-2-I-CAN	3379	4798,41	0,19	0,00	0,42	3379,00	0,42	0,00	0,00	3379,00	0,37	0,00	0,00
S3-10-5-2-S-CAN	2300	2769,72	0,25	0,00	0,20	2287,00	0,36	0,00	0,01	2194,00	0,37	0,00	0,05
S3-10-5-3-I-CAN	1729	3680,63	0,22	0,00	1,13	1729,00	0,63	0,00	0,00	804,00	0,97	0,00	0,53
S3-10-5-3-S-CAN	1669	2287,70	0,20	0,00	0,37	1669,00	0,39	0,00	0,00	1669,00	0,37	0,00	0,00
S3-15-5-1-I-CAN	3125	4520,29	0,17	0,00	0,45	3116,00	0,31	0,00	0,00	3116,00	0,35	0,00	0,00
S3-15-5-1-S-CAN	2189	2574,73	0,20	0,00	0,18	2189,00	0,30	0,00	0,00	2189,00	0,29	0,00	0,00
S3-15-5-2-I-CAN	3012	5027,62	0,20	0,00	0,67	2261,00	0,24	0,00	0,25	2246,00	0,28	0,00	0,25
S3-15-5-2-S-CAN	2177	2739,98	0,19	0,00	0,26	2169,00	0,38	0,00	0,00	2169,00	0,44	0,00	0,00
S3-15-5-3-I-CAN	1748	3561,74	0,16	0,00	1,04	937,00	0,66	0,00	0,46	1748,00	0,52	0,00	0,00
S3-15-5-3-S-CAN	2105	2488,20	0,25	0,00	0,18	1945,00	0,29	0,00	0,08	2105,00	0,30	0,00	0,00
S3-5-10-1-I-CAN	5707	8977,01	0,69	21,26	0,57	5303,00	0,36	0,00	0,07	5367,00	0,44	0,00	0,06
S3-5-10-1-S-CAN	3623	4126,14	0,97	0,00	0,14	3618,00	0,44	0,00	0,00	3623,00	0,55	0,00	0,00
S3-5-10-2-I-CAN	7262	10592,07	0,42	0,00	0,46	7262,00	0,35	0,00	0,00	6806,00	0,40	0,00	0,06
S3-5-10-2-S-CAN	3723	4331,86	0,59	0,00	0,16	3723,00	0,40	0,00	0,00	3637,00	0,50	0,00	0,02
S3-5-10-3-I-CAN	4199	8826,75	0,20	0,00	1,10	1296,00	1,22	0,00	0,69	4199,00	0,68	0,00	0,00
S3-5-10-3-S-CAN	3685	4326,20	0,84	0,00	0,17	3685,00	0,40	0,00	0,00	3578,00	0,42	0,00	0,03
S3-10-10-1-I-CAN	6336	9778,62	0,52	0,00	0,54	5701,00	0,35	0,00	0,10	5633,00	0,35	0,00	0,11
S3-10-10-1-S-CAN	3412	3985,50	1,05	0,00	0,17	3386,00	0,45	0,00	0,01	3127,00	0,52	0,00	0,08
S3-10-10-2-I-CAN	5989	10483,23	0,61	0,00	0,75	5739,00	0,31	0,00	0,04	5989,00	0,36	0,00	0,00
S3-10-10-2-S-CAN	3830	4589,24	0,89	0,00	0,20	3830,00	0,41	0,00	0,00	3830,00	0,41	0,00	0,00
S3-10-10-3-I-CAN	5128	9360,84	0,25	0,00	0,83	4014,00	0,86	0,00	0,22	3333,00	1,16	0,00	0,35
S3-10-10-3-S-CAN	3602	4159,35	0,75	0,00	0,15	3160,00	0,44	0,00	0,12	3475,00	0,52	0,00	0,04
S3-15-10-1-I-CAN	4874	9836,05	1,33	32,82	1,02	4307,00	0,50	0,00	0,12	4395,00	0,30	0,00	0,10
S3-15-10-1-S-CAN	3803	4355,46	0,83	0,00	0,15	3389,00	0,42	0,00	0,11	3434,00	0,47	0,00	0,10
S3-15-10-2-I-CAN	5622	13040,76	0,42	0,00	1,32	5622,00	0,37	0,00	0,00	5371,00	0,43	0,00	0,04
S3-15-10-2-S-CAN	3881	4489,89	1,05	0,00	0,16	3850,00	0,47	0,00	0,01	3838,00	0,37	0,00	0,01
S3-15-10-3-I-CAN	3861	8385,00	0,31	0,00	1,17	3511,00	0,46	0,00	0,09	3861,00	0,31	0,00	0,00
S3-15-10-3-S-CAN	4029	4505,28	0,75	0,00	0,12	4029,00	0,33	0,00	0,00	3976,00	0,34	0,00	0,01
S3-5-15-1-I-CAN	7019	13478,76	2,66	22,68	0,92	6722,00	0,50	0,00	0,04	6150,00	0,53	0,00	0,12
S3-5-15-1-S-CAN	5412	6025,68	11,13	0,00	0,11	5077,00	0,55	0,00	0,06	5195,00	0,66	0,00	0,04
S3-5-15-2-I-CAN	9066	15806,42	3,50	12,23	0,74	8346,00	0,33	0,00	0,08	8507,00	0,41	0,00	0,06
S3-5-15-2-S-CAN	5300	5953,95	8,23	0,00	0,12	5300,00	0,54	0,00	0,00	5300,00	0,55	0,00	0,00
S3-5-15-3-I-CAN	6202	13725,80	1,30	0,00	1,21	1713,00	1,37	0,00	0,72	5500,00	0,56	0,00	0,11
S3-5-15-3-S-CAN	5415	6124,61	2,55	0,00	0,13	5361,00	0,46	0,00	0,01	5361,00	0,47	0,00	0,01
S3-10-15-1-I-CAN	8606	14346,52	2,44	2,71	0,67	8258,00	0,30	0,00	0,04	7898,00	0,43	0,00	0,08
S3-10-15-1-S-CAN	5158	5810,88	9,72	0,00	0,13	5129,00	0,58	0,00	0,01	4996,00	0,44	0,00	0,03
S3-10-15-2-I-CAN	10233	16291,18	2,27	20,07	0,59	10180,00	0,29	0,00	0,01	9414,00	0,30	0,00	0,08
S3-10-15-2-S-CAN	5344	6200,80	10,58	0,00	0,16	5302,00	0,45	0,00	0,01	5134,00	0,55	0,00	0,04
S3-10-15-3-I-CAN	5547	13554,41	0,52	0,00	23,44	870,00	1,51	0,00	0,84	5119,00	1,01	0,00	0,08
S3-10-15-3-S-CAN	5231	6068,55	5,84	0,00	0,16	5220,00	0,41	0,00	0,00	5220,00	0,35	0,00	0,00
S3-15-15-1-I-CAN	9443	15281,09	3,78	29,58	0,62	8709,00	0,32	0,00	0,08	8365,00	0,33	0,00	0,11
S3-15-15-1-S-CAN	5368	6064,71	11,20	0,00	0,13	5304,00	0,63	0,00	0,01	5191,00	0,40	0,00	0,03

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
S3-15-15-2-I-CAN	11213	16699,67	1,92	6,51	0,49	10484,00	0,35	0,00	0,07	9588,00	0,35	0,00	0,14
S3-15-15-2-S-CAN	5373	6118,38	8,13	0,00	0,14	5315,00	0,43	0,00	0,01	4928,00	0,53	0,00	0,08
S3-15-15-3-I-CAN	6792	13404,27	0,55	0,00	0,97	2023,00	1,56	0,00	0,70	4901,00	1,16	0,00	0,28
S3-15-15-3-S-CAN	5171	5801,86	3,67	0,00	0,12	5007,00	0,46	0,00	0,03	5034,00	0,44	0,00	0,03
M1-5-5-1-I-CAN	10549	15686,34	0,92	0,00	0,49	10425,00	0,46	0,00	0,01	10549,00	0,57	0,00	0,00
M1-5-5-1-S-CAN	7321	8748,90	0,66	0,00	0,20	7152,00	0,52	0,00	0,02	7321,00	0,53	0,00	0,00
M1-5-5-2-I-CAN	10309	15435,44	0,44	0,00	0,50	10309,00	0,37	0,00	0,00	10309,00	0,46	0,00	0,00
M1-5-5-2-S-CAN	7597	9235,51	0,56	0,00	0,22	7597,00	0,43	0,00	0,00	7597,00	0,45	0,00	0,00
M1-5-5-3-I-CAN	6861	13799,88	0,49	0,00	1,01	6861,00	0,62	0,00	0,00	6861,00	0,46	0,00	0,00
M1-5-5-3-S-CAN	7619	9114,53	0,66	0,00	0,20	7619,00	0,51	0,00	0,00	7000,00	0,48	0,00	0,08
M1-10-5-1-I-CAN	10425	14228,99	0,66	0,00	0,36	10425,00	0,49	0,00	0,00	8421,00	0,41	0,00	0,19
M1-10-5-1-S-CAN	7196	8349,70	0,56	0,00	0,16	7196,00	0,51	0,00	0,00	7196,00	0,53	0,00	0,00
M1-10-5-2-I-CAN	8639	15692,74	0,64	0,00	0,82	8458,00	0,41	0,00	0,02	8639,00	0,50	0,00	0,00
M1-10-5-2-S-CAN	7394	8671,49	0,50	0,00	0,17	7394,00	0,47	0,00	0,00	7394,00	0,63	0,00	0,00
M1-10-5-3-I-CAN	4788	12284,63	0,63	0,00	1,57	4788,00	0,35	0,00	0,00	4788,00	0,38	0,00	0,00
M1-10-5-3-S-CAN	6452	8598,03	0,78	0,00	0,33	6452,00	0,70	0,00	0,00	6342,00	0,58	0,00	0,02
M1-15-5-1-I-CAN	11481	15556,41	0,70	50,86	0,35	11480,00	0,54	0,00	0,00	11480,00	0,61	0,00	0,00
M1-15-5-1-S-CAN	6471	7956,46	1,22	0,00	0,23	6471,00	0,44	0,00	0,00	6471,00	0,40	0,00	0,00
M1-15-5-2-I-CAN	11864	17512,79	0,53	0,00	0,48	11864,00	0,39	0,00	0,00	11249,00	0,40	0,00	0,05
M1-15-5-2-S-CAN	7286	8725,86	0,88	0,00	0,20	7286,00	0,45	0,00	0,00	7286,00	0,62	0,00	0,00
M1-15-5-3-I-CAN	10141	15450,95	0,61	0,00	0,52	10141,00	0,69	0,00	0,00	10141,00	0,73	0,00	0,00
M1-15-5-3-S-CAN	6256	8213,76	0,55	0,00	0,31	6256,00	0,39	0,00	0,00	6178,00	0,48	0,00	0,01
M1-5-10-1-I-CAN	14237	28384,87	3,48	0,00	0,99	14237,00	0,76	0,00	0,00	14237,00	0,58	0,00	0,00
M1-5-10-1-S-CAN	11762	13951,30	6,30	0,00	0,19	10894,00	0,70	0,00	0,07	11309,00	0,85	0,00	0,04
M1-5-10-2-I-CAN	19657	34544,63	3,56	0,00	0,76	18838,00	0,77	0,00	0,04	19657,00	0,97	0,00	0,00
M1-5-10-2-S-CAN	11938	14476,39	5,22	0,00	0,21	11892,00	0,71	0,00	0,00	11713,00	0,72	0,00	0,02
M1-5-10-3-I-CAN	14278	25868,56	1,80	0,00	0,81	14279,00	0,86	0,00	0,00	14279,00	0,88	0,00	0,00
M1-5-10-3-S-CAN	11489	13410,43	3,36	0,00	0,17	11248,00	0,82	0,00	0,02	11258,00	1,05	0,00	0,02
M1-10-10-1-I-CAN	20387	32542,54	4,03	0,00	0,60	19789,00	0,70	0,00	0,03	19013,00	0,66	0,00	0,07
M1-10-10-1-S-CAN	12449	14530,57	4,31	6,97	0,17	11561,00	0,97	0,00	0,07	11904,00	1,29	0,00	0,04
M1-10-10-2-I-CAN	17649	33764,72	3,38	0,00	0,91	17553,00	0,75	0,00	0,01	17007,00	0,79	0,00	0,04
M1-10-10-2-S-CAN	13214	15218,49	3,14	0,00	0,15	13214,00	0,77	0,00	0,00	13101,00	0,79	0,00	0,01
M1-10-10-3-I-CAN	20149	31825,06	2,11	0,00	0,58	19866,00	1,01	0,00	0,01	20147,00	1,35	0,00	0,00
M1-10-10-3-S-CAN	11839	14000,70	3,19	0,00	0,18	11355,00	1,44	0,00	0,04	11586,00	1,26	0,00	0,02
M1-15-10-1-I-CAN	19072	33177,49	3,91	0,00	0,74	16561,00	0,51	0,00	0,13	16532,00	0,69	0,00	0,13
M1-15-10-1-S-CAN	11627	14010,16	5,02	11,42	0,20	10817,00	0,70	0,00	0,07	9927,00	0,73	0,00	0,15
M1-15-10-2-I-CAN	17737	34781,25	4,14	0,00	0,96	16545,00	0,44	0,00	0,07	15484,00	0,54	0,00	0,13
M1-15-10-2-S-CAN	13137	15018,06	4,20	0,00	0,14	13136,00	0,59	0,00	0,00	13136,00	0,57	0,00	0,00
M1-15-10-3-I-CAN	15789	29935,98	1,80	0,00	0,90	3381,00	1,70	1,18	0,79	12552,00	1,18	0,00	0,21
M1-15-10-3-S-CAN	12874	14549,26	2,14	0,00	0,13	12874,00	0,59	0,00	0,00	12549,00	0,54	0,00	0,03
M1-5-15-1-I-CAN	28120	47575,53	21,53	3,94	0,69	25084,00	0,60	0,00	0,11	25248,00	0,61	0,00	0,10
M1-5-15-1-S-CAN	17041	19438,47	41,06	0,00	0,14	17040,00	0,87	0,00	0,00	16599,00	0,78	0,00	0,03
M1-5-15-2-I-CAN	29002	51032,78	19,20	11,09	0,76	25217,00	0,58	0,00	0,13	24733,00	0,55	0,00	0,15
M1-5-15-2-S-CAN	17450	20447,77	48,22	0,00	0,17	17267,00	0,78	0,00	0,01	17352,00	1,00	0,00	0,01

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
M1-5-15-3-I-CAN	16731	44584,19	3,03	0,00	1,66	1954,00	2,74	0,00	0,88	16477,00	1,00	0,00	0,02
M1-5-15-3-S-CAN	16384	19040,81	26,47	0,00	0,16	16384,00	0,72	0,00	0,00	16246,00	1,10	0,00	0,01
M1-10-15-1-I-CAN	31589	50145,55	13,36	11,37	0,59	27863,00	0,75	0,00	0,12	27109,00	0,68	0,00	0,14
M1-10-15-1-S-CAN	17379	19756,45	54,84	2,34	0,14	16854,00	1,18	0,00	0,03	15828,00	0,92	0,00	0,09
M1-10-15-2-I-CAN	30056	51648,77	15,34	18,28	0,72	28756,00	0,86	0,00	0,04	28097,00	0,71	0,00	0,07
M1-10-15-2-S-CAN	17441	20252,94	55,45	0,00	0,16	17440,00	0,75	0,00	0,00	16873,00	0,83	0,00	0,03
M1-10-15-3-I-CAN	19028	41092,48	2,81	0,00	1,16	12913,00	2,73	0,00	0,32	16417,00	1,97	0,00	0,14
M1-10-15-3-S-CAN	16394	19396,81	5,80	4,85	0,18	15632,00	0,67	0,00	0,05	15456,00	0,76	0,00	0,06
M1-15-15-1-I-CAN	33357	53279,98	15,23	15,23	0,60	29474,00	0,67	0,00	0,12	28299,00	0,61	0,00	0,15
M1-15-15-1-S-CAN	18290	20377,79	40,48	40,48	0,11	17216,00	0,83	0,00	0,06	17219,00	1,49	0,00	0,06
M1-15-15-2-I-CAN	31422	54002,29	15,64	15,64	0,72	30731,00	0,59	0,00	0,02	27358,00	0,62	0,00	0,13
M1-15-15-2-S-CAN	17834	20747,82	52,56	52,56	0,16	17310,00	0,59	0,00	0,02	0,59	0,00	0,02	0,03
M1-15-15-3-I-CAN	20519	48102,67	4,09	4,09	1,34	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				19332,00	0,91	0,00	0,06
M1-15-15-3-S-CAN	17344	19907,37	34,89	34,89	0,15	17263,00	0,87	0,00	0,00	17058,00	0,81	0,00	0,02
M2-5-5-1-I-CAN	19983	29853,58	2,05	0,00	0,49	19624,00	0,52	0,00	0,02	19983,00	0,53	0,00	0,00
M2-5-5-1-S-CAN	14571	17186,26	1,76	0,00	0,18	14570,00	1,46	0,00	0,00	14570,00	0,90	0,00	0,00
M2-5-5-2-I-CAN	18965	32126,64	2,42	0,00	0,69	18965,00	0,80	0,00	0,00	18737,00	1,25	0,00	0,01
M2-5-5-2-S-CAN	14248	17044,83	1,59	0,00	0,20	14248,00	1,44	0,00	0,00	14248,00	1,42	0,00	0,00
M2-5-5-3-I-CAN	10279	23227,45	2,25	0,00	1,26	5063,00	1,93	0,00	0,51	10279,00	1,54	0,00	0,00
M2-5-5-3-S-CAN	13347	15099,98	1,51	0,00	0,13	13346,00	1,68	0,00	0,00	13346,00	1,38	0,00	0,00
M2-10-5-1-I-CAN	20466	31540,66	2,45	0,00	0,54	20466,00	1,19	0,00	0,00	17797,00	1,02	0,00	0,13
M2-10-5-1-S-CAN	14337	17741,01	2,83	27,60	0,24	14113,00	1,10	0,00	0,02	14280,00	1,05	0,00	0,00
M2-10-5-2-I-CAN	19211	30747,61	2,30	0,00	0,60	19211,00	0,81	0,00	0,00	18990,00	1,33	0,00	0,01
M2-10-5-2-S-CAN	15195	18275,64	1,83	0,00	0,20	15195,00	0,81	0,00	0,00	14732,00	0,87	0,00	0,03
M2-10-5-3-I-CAN	14618	27271,72	1,94	0,00	0,87	13057,00	1,39	0,00	0,11	14618,00	1,00	0,00	0,00
M2-10-5-3-S-CAN	13266	16097,99	2,67	0,00	0,21	13266,00	2,57	0,00	0,00	13266,00	0,83	0,00	0,00
M2-15-5-1-I-CAN	20068	30880,40	2,31	0,00	0,54	20068,00	0,85	0,00	0,00	18858,00	1,00	0,00	0,06
M2-15-5-1-S-CAN	13796	16802,27	2,75	0,00	0,22	13795,00	0,71	0,00	0,00	13661,00	0,81	0,00	0,01
M2-15-5-2-I-CAN	20281	31213,34	1,98	0,00	0,54	20282,00	0,76	0,00	0,00	20282,00	0,60	0,00	0,00
M2-15-5-2-S-CAN	14584	18003,48	2,66	0,00	0,23	14584,00	0,63	0,00	0,00	14584,00	0,60	0,00	0,00
M2-15-5-3-I-CAN	20298	33279,24	2,14	0,00	0,64	20239,00	0,57	0,00	0,00	20298,00	0,53	0,00	0,00
M2-15-5-3-S-CAN	14569	17848,28	1,36	0,00	0,23	14569,00	0,65	0,00	0,00	14569,00	0,74	0,00	0,00
M2-5-10-1-I-CAN	37364	61829,68	15,31	0,00	0,65	36968,00	0,76	0,00	0,01	32870,00	0,99	0,00	0,12
M2-5-10-1-S-CAN	23754	28159,30	22,42	0,00	0,19	23243,00	1,05	0,00	0,02	23846,00	1,00	0,00	0,00
M2-5-10-2-I-CAN	38012	66447,81	14,56	0,00	0,75	34030,00	0,97	0,00	0,10	33981,00	0,74	0,00	0,11
M2-5-10-2-S-CAN	23095	28567,10	26,89	0,00	0,24	22768,00	1,03	0,00	0,01	22757,00	1,13	0,00	0,01
M2-5-10-3-I-CAN	32680	61710,84	7,59	100,23	0,89	32681,00	1,48	0,00	0,00	32681,00	0,76	0,00	0,00
M2-5-10-3-S-CAN	25080	28626,30	9,89	0,00	0,14	25079,00	1,11	0,00	0,00	24307,00	1,27	0,00	0,03
M2-10-10-1-I-CAN	31871	59512,98	13,38	0,00	0,87	31359,00	1,14	0,00	0,02	23055,00	0,87	0,00	0,28
M2-10-10-1-S-CAN	23995	27699,27	12,70	0,00	0,15	21103,00	0,71	0,00	0,12	22257,00	0,76	0,00	0,07
M2-10-10-2-I-CAN	44387	71077,68	13,80	0,00	0,60	38945,00	1,36	0,00	0,12	40305,00	1,36	0,00	0,09
M2-10-10-2-S-CAN	23414	28046,92	16,70	0,00	0,20	23413,00	1,26	0,00	0,00	23324,00	1,25	0,00	0,00
M2-10-10-3-I-CAN	37848	66864,26	7,20	0,00	0,77	27908,00	1,89	0,00	0,26	36363,00	0,81	0,00	0,04
M2-10-10-3-S-CAN	25839	29825,72	7,02	0,00	0,15	24309,00	0,96	0,00	0,06	25168,00	1,11	0,00	0,03

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
M2-15-10-1-I-CAN	35667	63005,40	13,88	0,00	0,77	35042,00	0,83	0,00	0,02	33096,00	1,14	0,00	0,07
M2-15-10-1-S-CAN	23822	28156,92	20,06	0,00	0,18	22731,00	0,89	0,00	0,05	23049,00	1,17	0,00	0,03
M2-15-10-2-I-CAN	48012	71800,63	7,36	0,00	0,50	44560,00	1,00	0,00	0,07	43085,00	0,88	0,00	0,10
M2-15-10-2-S-CAN	24645	29657,14	24,22	6,53	0,20	24644,00	1,00	0,00	0,00	24644,00	1,34	0,00	0,00
M2-15-10-3-I-CAN	30105	62032,49	6,53	0,00	1,06	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				30105,00	0,78	0,00	0,00
M2-15-10-3-S-CAN	25572	29325,51	16,88	0,00	0,15	25304,00	1,92	0,00	0,01	25081,00	1,62	0,00	0,02
M2-5-15-1-I-CAN	46120	89116,60	47,72	13,40	0,93	44873,00	1,77	0,00	0,03	43262,00	1,23	0,00	0,06
M2-5-15-1-S-CAN	32882	38668,54	154,97	0,00	0,18	29814,00	1,53	0,00	0,09	30012,00	1,71	0,00	0,09
M2-5-15-2-I-CAN	62562	104784,57	27,72	1,45	0,67	60053,00	1,89	0,00	0,04	56411,00	1,03	0,00	0,10
M2-5-15-2-S-CAN	35287	40070,33	60,27	0,00	0,14	34684,00	1,70	0,00	0,02	34684,00	2,16	0,00	0,02
M2-5-15-3-I-CAN	55018	91277,38	9,72	88,95	0,66	55018,00	2,10	0,00	0,00	51205,00	1,35	0,00	0,07
M2-5-15-3-S-CAN	30868	35766,40	80,00	0,00	0,16	29357,00	1,45	0,00	0,05	29691,00	1,77	0,00	0,04
M2-10-15-1-I-CAN	64289	101743,48	53,41	9,59	0,58	60167,00	2,03	0,00	0,06	55753,00	1,39	0,00	0,13
M2-10-15-1-S-CAN	34275	39703,32	139,09	2,34	0,16	32573,00	1,82	0,00	0,05	33161,00	1,53	0,00	0,03
M2-10-15-2-I-CAN	70681	108522,31	25,02	11,36	0,54	65858,00	1,83	0,00	0,07	65403,00	1,47	0,00	0,07
M2-10-15-2-S-CAN	34257	40105,75	147,81	1,59	0,17	33318,00	1,77	0,00	0,03	33383,00	1,56	0,00	0,03
M2-10-15-3-I-CAN	50405	97517,56	9,55	0,00	0,93	13537,00	8,26	0,00	0,73	41157,00	3,82	0,00	0,18
M2-10-15-3-S-CAN	34598	40753,36	108,17	0,00	0,18	33631,00	2,11	0,00	0,03	34325,00	1,86	0,00	0,01
M2-15-15-1-I-CAN	60580	98957,57	41,72	9,06	0,63	54630,00	1,71	0,00	0,10	53916,00	1,29	0,00	0,11
M2-15-15-1-S-CAN	34798	39912,75	93,06	0,00	0,15	32320,00	1,65	0,00	0,07	30926,00	1,17	0,00	0,11
M2-15-15-2-I-CAN	56664	105426,34	39,42	5,33	0,86	54638,00	1,58	0,00	0,04	53047,00	1,17	0,00	0,06
M2-15-15-2-S-CAN	34546	40894,37	262,67	0,00	0,18	32827,00	1,10	0,00	0,05	34416,00	1,58	0,00	0,00
M2-15-15-3-I-CAN	65421	101376,50	9,55	66,01	0,55	65421,00	1,37	0,00	0,00	65421,00	1,28	0,00	0,00
M2-15-15-3-S-CAN	35165	40910,31	59,08	0,00	0,16	33682,00	1,78	0,00	0,04	33453,00	1,57	0,00	0,05
L-5-5-1-I-CAN	105467	162237,10	44,56	0,00	0,54	105466,00	1,78	0,00	0,00	68760,00	1,22	0,00	0,35
L-5-5-1-S-CAN	60004	81892,51	42,63	0,00	0,36	60004,00	2,02	0,00	0,00	60004,00	2,15	0,00	0,00
L-5-5-2-I-CAN	109188	168523,08	35,89	0,00	0,54	109188,00	2,17	0,00	0,00	108663,00	1,77	0,00	0,00
L-5-5-2-S-CAN	74176	87947,67	25,13	0,00	0,19	74176,00	2,34	0,00	0,00	74176,00	2,22	0,00	0,00
L-5-5-3-I-CAN	70353	127049,39	28,44	0,00	0,81	28345,00	3,66	0,00	0,60	70353,00	1,89	0,00	0,00
L-5-5-3-S-CAN	51544	70539,80	41,56	0,00	0,37	50677,00	2,47	0,00	0,02	50677,00	2,23	0,00	0,02
L-10-5-1-I-CAN	98470	148644,63	41,19	0,00	0,51	92991,00	1,86	0,00	0,06	98470,00	1,56	0,00	0,00
L-10-5-1-S-CAN	70754	85632,58	25,41	0,00	0,21	70754,00	2,35	0,00	0,00	70754,00	2,12	0,00	0,00
L-10-5-2-I-CAN	92796	158289,03	30,76	0,00	0,71	92796,00	1,73	0,00	0,00	92796,00	1,74	0,00	0,00
L-10-5-2-S-CAN	81007	95214,18	23,22	0,00	0,18	80187,00	3,47	0,00	0,01	78598,00	2,26	0,00	0,03
L-10-5-3-I-CAN	85040	146639,46	42,42	0,00	0,72	78685,00	2,08	0,00	0,07	85040,00	1,59	0,00	0,00
L-10-5-3-S-CAN	75961	87695,13	18,05	0,00	0,15	75961,00	2,09	0,00	0,00	75961,00	2,14	0,00	0,00
L-15-5-1-I-CAN	110521	168232,75	33,83	0,00	0,52	110521,00	1,78	0,00	0,00	107396,00	1,62	0,00	0,03
L-15-5-1-S-CAN	68758	85894,06	40,61	0,00	0,25	68758,00	2,51	0,00	0,00	58139,00	2,20	0,00	0,15
L-15-5-2-I-CAN	109000	162301,36	45,56	0,00	0,49	109000,00	1,77	0,00	0,00	109000,00	1,75	0,00	0,00
L-15-5-2-S-CAN	79208	92289,87	25,81	0,00	0,17	79208,00	2,36	0,00	0,00	79208,00	2,37	0,00	0,00
L-15-5-3-I-CAN	98612	160327,89	32,64	0,00	0,63	98212,00	2,28	0,00	0,00	98612,00	1,45	0,00	0,00
L-15-5-3-S-CAN	81458	94324,78	18,38	0,00	0,16	81458,00	2,56	0,00	0,00	81458,00	2,45	0,00	0,00
L-5-10-1-I-CAN	210276	321147,73	123,55	0,00	0,53	195360,00	3,47	0,00	0,07	171429,00	2,44	0,00	0,18
L-5-10-1-S-CAN	118959	139096,24	249,39	0,00	0,17	113278,00	3,55	0,00	0,05	114402,00	3,79	0,00	0,04

Instances	Objective value Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
L-5-10-2-I-CAN	206629	335275,53	212,05	0,00	0,62	188320,00	3,14	0,00	0,09	192863,00	3,16	0,00	0,07
L-5-10-2-S-CAN	114499	138256,31	285,64	0,00	0,21	114495,00	4,81	0,00	0,00	114495,00	4,82	0,00	0,00
L-5-10-3-I-CAN	165548	329347,06	113,05	0,00	0,99	156611,00	2,41	0,00	0,05	156611,00	2,30	0,00	0,05
L-5-10-3-S-CAN	115676	144989,40	332,69	0,00	0,25	115562,00	3,25	0,00	0,00	115562,00	3,32	0,00	0,00
L-10-10-1-I-CAN	217055	340503,65	228,91	0,00	0,57	213118,00	3,28	0,00	0,02	209317,00	3,66	0,00	0,04
L-10-10-1-S-CAN	120674	140974,01	270,06	0,00	0,17	120671,00	5,62	0,00	0,00	114628,00	3,11	0,00	0,05
L-10-10-2-I-CAN	212844	348969,46	230,56	0,00	0,64	197037,00	3,19	0,00	0,07	201839,00	2,83	0,00	0,05
L-10-10-2-S-CAN	130610	149272,81	177,70	7,23	0,14	130607,00	5,00	0,00	0,00	130607,00	4,99	0,00	0,00
L-10-10-3-I-CAN	117247	285422,12	131,36	186,49	1,43	31966,00	8,16	0,00	0,73	117247,00	2,81	0,00	0,00
L-10-10-3-S-CAN	120787	138572,12	149,86	0,00	0,15	119365,00	4,63	0,00	0,01	116536,00	4,93	0,00	0,04
L-15-10-1-I-CAN	226259	341557,36	129,97	0,00	0,51	208573,00	3,25	0,00	0,08	201327,00	3,12	0,00	0,11
L-15-10-1-S-CAN	126591	145996,87	211,13	0,00	0,15	125787,00	4,30	0,00	0,01	126591,00	4,37	0,00	0,00
L-15-10-2-I-CAN	227926	364208,26	223,72	0,00	0,60	222181,00	2,98	0,00	0,03	223252,00	3,10	0,00	0,02
L-15-10-2-S-CAN	121928	146281,69	287,03	0,00	0,20	117783,00	3,83	0,00	0,03	119641,00	3,66	0,00	0,02
L-15-10-3-I-CAN	168712	305696,23	113,94	0,00	0,81	153936,00	6,77	0,00	0,09	168712,00	5,66	0,00	0,00
L-15-10-3-S-CAN	129392	148327,38	182,77	0,00	0,15	127540,00	6,30	0,00	0,01	126986,00	5,14	0,00	0,02
L-5-15-1-I-CAN	317003	508001,72	685,69	3,91	0,60	295691,00	3,98	0,00	0,07	260607,00	3,83	0,00	0,18
L-5-15-1-S-CAN	169129	197900,24	2219,70	0,00	0,17	156746,00	5,08	0,00	0,07	158799,00	4,62	0,00	0,06
L-5-15-2-I-CAN	284525	513039,09	381,77	0,00	0,80	275394,00	4,59	0,00	0,03	265219,00	3,93	0,00	0,07
L-5-15-2-S-CAN	175388	202478,49	1142,00	7,24	0,15	175375,00	7,54	0,00	0,00	175375,00	7,60	0,00	0,00
L-5-15-3-I-CAN	263662	458990,17	191,77	97,28	0,74	187957,00	14,01	0,00	0,29	182426,00	10,09	0,00	0,31
L-5-15-3-S-CAN	161029	185644,68	1639,47	0,00	0,15	159696,00	8,03	0,00	0,01	154939,00	6,28	0,00	0,04
L-10-15-1-I-CAN	281496	502554,00	703,63	9,32	0,79	243770,00	3,56	0,00	0,13	221909,00	3,44	0,00	0,21
L-10-15-1-S-CAN	167934	192357,10	1906,30	0,00	0,15	160354,00	6,01	0,00	0,05	153900,00	4,67	0,00	0,08
L-10-15-2-I-CAN	324946	544145,11	570,92	4,15	0,67	282633,00	3,42	0,00	0,13	287697,00	3,28	0,00	0,11
L-10-15-2-S-CAN	168184	202899,10	3719,09	0,00	0,21	168184,00	6,73	0,00	0,00	164906,00	6,64	0,00	0,02
L-10-15-3-I-CAN	299406	513891,37	183,56	0,00	0,72	299406,00	4,39	0,00	0,00	299406,00	4,77	0,00	0,00
L-10-15-3-S-CAN	166494	198740,01	2089,92	0,00	0,19	166193,00	5,88	0,00	0,00	165481,00	5,00	0,00	0,01
L-15-15-1-I-CAN	325621	516260,72	745,97	4,20	0,59	281165,00	4,09	0,00	0,14	272367,00	3,63	0,00	0,16
L-15-15-1-S-CAN	166094	192566,81	2179,56	0,00	0,16	160506,00	6,36	0,00	0,03	152688,00	5,14	0,00	0,08
L-15-15-2-I-CAN	315933	537929,07	643,94	3,24	0,70	284678,00	3,89	0,00	0,10	282127,00	3,57	0,00	0,11
L-15-15-2-S-CAN	178269	208429,52	2164,42	0,00	0,17	178073,00	7,11	0,00	0,00	177002,00	7,45	0,00	0,01
L-15-15-3-I-CAN	316545	509006,16	190,75	0,00	0,61	305109,00	8,86	0,00	0,04	316544,00	5,22	0,00	0,00
L-15-15-3-S-CAN	167355	196538,34	1397,08	0,00	0,17	167351,00	7,98	0,00	0,00	163278,00	6,33	0,00	0,02
	35866	53924	90,79	3,62	52,25	33640,07	1,34	0,00	6,33	33518,62	1,19	0,00	5,13

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE C – RESULTADOS USANDO O CRITÉRIO DE DISSIMILARIDADE PARA O MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2

A Tabela 8 apresenta as soluções para as 324 instâncias com critério de Dissimilaridade disponibilizadas na literatura e executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados no Modelo 1, para esse conjunto de instâncias foram informados por Schneider (2019) e para os demais modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Destaca-se em vermelho, que em três instâncias a heurística H-R1 não conseguiu resolver, apresentando infactibilidade, impossibilitando a solução das mesmas. Em negrito, significa que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 8 - Resultados da aplicação do critério de Dissimilaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Modelo 1 Schneider (2019)	Modelo 2 - Dissimilaridade (Cruz 2020)				H-R1 - Modelo 3 – Dissimilaridade (Cruz 2020)				H-R2 - Modelo 4 - Dissimilaridade (Cruz 2020)			
	Objective value Dissimilarity	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S1-5-5-1-I-DISSIMILARIDADE	795	1412,85	0,10	0,00	0,78	794,00	0,29	0,00	0,00	795,00	0,23	0,00	0,00
S1-5-5-1-S-DISSIMILARIDADE	700	877,47	0,16	0,00	0,25	668,00	0,38	0,00	0,05	668,00	0,31	0,00	0,05
S1-5-5-2-I-DISSIMILARIDADE	778	1450,32	0,16	0,00	0,86	778,00	0,25	0,00	0,00	778,00	0,24	0,00	0,00
S1-5-5-2-S-DISSIMILARIDADE	659	819,37	0,10	0,00	0,24	652,00	0,24	0,00	0,01	652,00	0,20	0,00	0,01
S1-5-5-3-I-DISSIMILARIDADE	630	1369,26	0,15	0,00	1,17	350,00	0,56	0,00	0,44	601,00	0,52	0,00	0,05
S1-5-5-3-S-DISSIMILARIDADE	697	866,32	0,16	0,00	0,24	697,00	0,20	0,00	0,00	697,00	0,18	0,00	0,00
S1-10-5-1-I-DISSIMILARIDADE	503	1326,45	0,16	0,00	1,64	501,00	0,31	0,00	0,00	499,00	0,32	0,00	0,01
S1-10-5-1-S-DISSIMILARIDADE	709	863,92	0,14	0,00	0,22	694,00	0,25	0,00	0,02	709,00	0,37	0,00	0,00
S1-10-5-2-I-DISSIMILARIDADE	1038	1586,23	0,12	0,00	0,53	1038,00	0,21	0,00	0,00	1038,00	0,24	0,00	0,00
S1-10-5-2-S-DISSIMILARIDADE	731	921,33	0,13	0,00	0,26	695,00	0,37	0,00	0,05	731,00	0,25	0,00	0,00
S1-10-5-3-I-DISSIMILARIDADE	603	1133,03	0,13	0,00	0,88	603,00	0,55	0,00	0,00	603,00	0,88	0,00	0,00
S1-10-5-3-S-DISSIMILARIDADE	751	897,01	0,20	0,00	0,19	693,00	0,21	0,00	0,08	693,00	0,23	0,00	0,08
S1-15-5-1-I-DISSIMILARIDADE	904	1450,83	0,17	0,00	0,60	904,00	0,26	0,00	0,00	904,00	0,50	0,00	0,00
S1-15-5-1-S-DISSIMILARIDADE	756	846,70	0,13	0,00	0,12	756,00	0,41	0,00	0,00	756,00	0,57	0,00	0,00
S1-15-5-2-I-DISSIMILARIDADE	849	1569,96	0,16	0,00	0,85	849,00	0,21	0,00	0,00	652,00	0,31	0,00	0,23
S1-15-5-2-S-DISSIMILARIDADE	741	898,08	0,22	0,00	0,21	735,00	0,63	0,00	0,01	716,00	0,30	0,00	0,03
S1-15-5-3-I-DISSIMILARIDADE	902	1445,22	0,14	0,00	0,60	754,00	0,54	0,00	0,16	902,00	0,70	0,00	0,00
S1-15-5-3-S-DISSIMILARIDADE	750	892,44	0,15	0,00	0,19	712,00	0,43	0,00	0,05	750,00	0,41	0,00	0,00
S1-5-10-1-I-DISSIMILARIDADE	1924	3275,80	0,19	0,00	0,70	1658,00	0,31	0,00	0,14	1709,00	0,31	0,00	0,11
S1-5-10-1-S-DISSIMILARIDADE	1186	1358,43	0,22	0,00	0,15	1110,00	0,52	0,00	0,06	1110,00	0,66	0,00	0,06
S1-5-10-2-I-DISSIMILARIDADE	1591	3207,11	0,16	0,00	1,02	1513,00	0,37	0,00	0,05	1513,00	0,69	0,00	0,05
S1-5-10-2-S-DISSIMILARIDADE	1366	1570,42	0,21	0,00	0,15	1321,00	0,42	0,00	0,03	1323,00	0,56	0,00	0,03
S1-5-10-3-I-DISSIMILARIDADE	1405	2819,72	0,21	0,00	1,01	1298,00	1,03	0,00	0,08	1400,00	0,76	0,00	0,00
S1-5-10-3-S-DISSIMILARIDADE	1077	1275,96	0,18	0,00	0,18	1073,00	0,78	0,00	0,00	1073,00	0,69	0,00	0,00
S1-10-10-1-I-DISSIMILARIDADE	1750	3078,66	0,34	0,00	0,76	1571,00	0,60	0,00	0,10	1681,00	0,50	0,00	0,04
S1-10-10-1-S-DISSIMILARIDADE	1125	1246,19	0,33	0,00	0,11	1125,00	0,98	0,00	0,00	1125,00	0,89	0,00	0,00
S1-10-10-2-I-DISSIMILARIDADE	2074	3447,29	0,17	0,00	0,66	2035,00	0,57	0,00	0,02	1973,00	0,84	0,00	0,05
S1-10-10-2-S-DISSIMILARIDADE	1321	1501,24	0,21	0,00	0,14	1285,00	0,42	0,00	0,03	1300,00	0,50	0,00	0,02
S1-10-10-3-I-DISSIMILARIDADE	1510	3265,78	0,23	0,00	1,16	376,00	2,12	0,00	0,75	1144,00	1,62	0,00	0,24
S1-10-10-3-S-DISSIMILARIDADE	1308	1515,63	0,20	0,00	0,16	1308,00	0,35	0,00	0,00	1241,00	0,51	0,00	0,05
S1-15-10-1-I-DISSIMILARIDADE	1837	3306,43	0,31	0,00	0,80	1837,00	0,53	0,00	0,00	1682,00	0,37	0,00	0,08
S1-15-10-1-S-DISSIMILARIDADE	1296	1445,47	0,17	0,00	0,12	1254,00	0,71	0,00	0,03	1203,00	1,10	0,00	0,07
S1-15-10-2-I-DISSIMILARIDADE	1994	3608,55	0,20	0,00	0,81	1915,00	0,68	0,00	0,04	1908,00	0,57	0,00	0,04
S1-15-10-2-S-DISSIMILARIDADE	1273	1561,01	0,36	0,00	0,23	1253,00	1,08	0,00	0,02	1229,00	0,71	0,00	0,03
S1-15-10-3-I-DISSIMILARIDADE	1784	3248,64	0,14	0,00	0,82	1784,00	0,41	0,00	0,00	1749,00	0,54	0,00	0,02

Instances	Objective value Dissimilarity	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S1-15-10-3-s-DISSIMILARIDADE	1121	1364,39	0,29	0,00	0,22	1095,00	0,93	0,00	0,02	1121,00	0,39	0,00	0,00
S1-5-15-1-I-DISSIMILARIDADE	2541	4687,43	0,13	0,00	0,84	2270,00	0,54	0,00	0,11	2069,00	0,40	0,00	0,19
S1-5-15-1-s-DISSIMILARIDADE	1755	1981,78	0,15	0,00	0,13	1687,00	0,73	0,00	0,04	1672,00	0,65	0,00	0,05
S1-5-15-2-I-DISSIMILARIDADE	2195	4971,43	0,24	0,00	1,26	2142,00	0,34	0,00	0,02	2102,00	0,34	0,00	0,04
S1-5-15-2-s-DISSIMILARIDADE	1845	2105,11	0,23	0,00	0,14	1793,00	0,40	0,00	0,03	1815,00	0,56	0,00	0,02
S1-5-15-3-I-DISSIMILARIDADE	2116	4805,28	0,26	0,00	1,27	420,00	1,76	0,00	0,80	1888,00	0,84	0,00	0,11
S1-5-15-3-s-DISSIMILARIDADE	1769	2070,32	0,21	0,00	0,17	1727,00	0,41	0,00	0,02	1682,00	0,41	0,00	0,05
S1-10-15-1-I-DISSIMILARIDADE	2927	4692,37	0,15	0,00	0,60	2888,00	0,49	0,00	0,01	2299,00	0,46	0,00	0,21
S1-10-15-1-s-DISSIMILARIDADE	1745	1985,58	0,22	0,00	0,14	1627,00	0,53	0,00	0,07	1613,00	0,42	0,00	0,08
S1-10-15-2-I-DISSIMILARIDADE	3136	5369,14	0,24	0,00	0,71	2995,00	0,33	0,00	0,04	2955,00	0,50	0,00	0,06
S1-10-15-2-s-DISSIMILARIDADE	1692	1948,57	0,19	0,00	0,15	1667,00	0,49	0,00	0,01	1593,00	0,36	0,00	0,06
S1-10-15-3-I-DISSIMILARIDADE	2543	4698,70	0,13	0,00	0,85	2078,00	0,85	0,00	0,18	2157,00	0,90	0,00	0,15
S1-10-15-3-s-DISSIMILARIDADE	1540	1780,18	0,15	0,00	0,16	1438,00	0,34	0,00	0,07	1522,00	0,48	0,00	0,01
S1-15-15-1-I-DISSIMILARIDADE	3109	4945,15	0,17	0,00	0,59	2819,00	0,33	0,00	0,09	2844,00	0,63	0,00	0,09
S1-15-15-1-s-DISSIMILARIDADE	1749	1991,83	0,13	0,00	0,14	1705,00	0,48	0,00	0,03	1660,00	0,60	0,00	0,05
S1-15-15-2-I-DISSIMILARIDADE	2962	5427,27	0,14	0,00	0,83	2855,00	0,43	0,00	0,04	2888,00	0,38	0,00	0,02
S1-15-15-2-s-DISSIMILARIDADE	1937	2190,37	0,14	0,00	0,13	1912,00	0,52	0,00	0,01	1915,00	0,51	0,00	0,01
S1-15-15-3-I-DISSIMILARIDADE	2697	5057,32	0,14	0,00	0,88	2549,00	0,48	0,00	0,05	2659,00	0,35	0,00	0,01
S1-15-15-3-s-DISSIMILARIDADE	1707	2046,53	0,18	0,00	0,20	1673,00	0,45	0,00	0,02	1598,00	0,67	0,00	0,06
S2-5-5-1-I-DISSIMILARIDADE	1285	2801,26	0,29	0,00	1,18	1285,00	0,42	0,00	0,00	1285,00	0,35	0,00	0,00
S2-5-5-1-s-DISSIMILARIDADE	1419	1697,47	0,18	0,00	0,20	1419,00	0,31	0,00	0,00	1419,00	0,53	0,00	0,00
S2-5-5-2-I-DISSIMILARIDADE	1614	2881,93	0,27	0,00	0,79	1605,00	0,43	0,00	0,01	1614,00	0,36	0,00	0,00
S2-5-5-2-s-DISSIMILARIDADE	1243	1673,15	0,12	0,00	0,35	1243,00	0,41	0,00	0,00	1243,00	0,52	0,00	0,00
S2-5-5-3-I-DISSIMILARIDADE	1201	2627,12	0,32	0,00	1,19	1201,00	0,85	0,00	0,00	1201,00	1,02	0,00	0,00
S2-5-5-3-s-DISSIMILARIDADE	1403	1767,15	0,14	0,00	0,26	1403,00	0,42	0,00	0,00	1403,00	0,48	0,00	0,00
S2-10-5-1-I-DISSIMILARIDADE	1901	2848,62	0,18	0,00	0,50	1901,00	0,29	0,00	0,00	1658,00	0,43	0,00	0,13
S2-10-5-1-s-DISSIMILARIDADE	1365	1742,07	0,14	0,00	0,28	1365,00	0,45	0,00	0,00	1164,00	0,37	0,00	0,15
S2-10-5-2-I-DISSIMILARIDADE	2324	3470,51	0,17	0,00	0,49	2324,00	0,39	0,00	0,00	2324,00	0,38	0,00	0,00
S2-10-5-2-s-DISSIMILARIDADE	1445	1811,66	0,12	0,00	0,25	1445,00	0,35	0,00	0,00	1445,00	0,32	0,00	0,00
S2-10-5-3-I-DISSIMILARIDADE	490	2441,99	0,13	0,00	3,98	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				464,00	1,14	0,00	0,05
S2-10-5-3-s-DISSIMILARIDADE	1152	1558,51	0,13	0,00	0,35	927,00	0,24	0,00	0,20	1152,00	0,66	0,00	0,00
S2-15-5-1-I-DISSIMILARIDADE	2130	3132,53	0,18	0,00	0,47	2130,00	0,30	0,00	0,00	2130,00	0,39	0,00	0,00
S2-15-5-1-s-DISSIMILARIDADE	1425	1723,59	0,20	0,00	0,21	1412,00	0,45	0,00	0,01	1412,00	0,43	0,00	0,01
S2-15-5-2-I-DISSIMILARIDADE	1720	3131,88	0,14	0,00	0,82	1560,00	0,30	0,00	0,09	1720,00	0,41	0,00	0,00
S2-15-5-2-s-DISSIMILARIDADE	1441	1753,33	0,32	0,00	0,22	1441,00	0,41	0,00	0,00	1400,00	0,43	0,00	0,03
S2-15-5-3-I-DISSIMILARIDADE	1380	2719,48	0,18	0,00	0,97	1380,00	0,74	0,00	0,00	1380,00	0,57	0,00	0,00
S2-15-5-3-s-DISSIMILARIDADE	1486	1705,15	0,17	0,00	0,15	1486,00	0,51	0,00	0,00	1486,00	0,33	0,00	0,00
S2-5-10-1-I-DISSIMILARIDADE	2784	6009,67	0,22	0,00	1,16	2690,00	0,48	0,00	0,03	2542,00	0,33	0,00	0,09
S2-5-10-1-s-DISSIMILARIDADE	2275	2733,19	0,20	0,00	0,20	2247,00	0,39	0,00	0,01	2247,00	0,53	0,00	0,01
S2-5-10-2-I-DISSIMILARIDADE	3071	6096,99	0,23	0,00	0,99	3048,00	0,41	0,00	0,01	2791,00	0,55	0,00	0,09
S2-5-10-2-s-DISSIMILARIDADE	2410	2842,74	0,20	0,00	0,18	2375,00	0,36	0,00	0,01	2375,00	0,46	0,00	0,01
S2-5-10-3-I-DISSIMILARIDADE	3376	6264,75	0,21	0,00	0,86	1695,00	1,42	0,00	0,50	2985,00	1,18	0,00	0,12
S2-5-10-3-s-DISSIMILARIDADE	2216	2630,06	0,34	0,00	0,19	2197,00	0,75	0,00	0,01	2203,00	0,53	0,00	0,01
S2-10-10-1-I-DISSIMILARIDADE	4062	6456,95	0,19	0,00	0,59	3905,00	0,40	0,00	0,04	3606,00	0,40	0,00	0,11
S2-10-10-1-s-DISSIMILARIDADE	2459	2808,58	0,16	0,00	0,14	2358,00	0,71	0,00	0,04	2400,00	0,51	0,00	0,02
S2-10-10-2-I-DISSIMILARIDADE	3329	6558,63	0,14	0,00	0,97	3329,00	0,35	0,00	0,00	3103,00	0,44	0,00	0,07
S2-10-10-2-s-DISSIMILARIDADE	2380	2875,85	0,17	0,00	0,21	2368,00	0,36	0,00	0,01	2338,00	0,40	0,00	0,02
S2-10-10-3-I-DISSIMILARIDADE	3344	6682,84	0,15	0,00	1,00	3344,00	0,63	0,00	0,00	3344,00	0,95	0,00	0,00
S2-10-10-3-s-DISSIMILARIDADE	2511	2959,55	0,21	0,00	0,18	2476,00	0,42	0,00	0,01	2476,00	0,50	0,00	0,01
S2-15-10-1-I-DISSIMILARIDADE	3647	6636,66	0,14	0,00	0,82	3637,00	0,50	0,00	0,00	3575,00	0,36	0,00	0,02
S2-15-10-1-s-DISSIMILARIDADE	2410	2904,13	0,28	0,00	0,21	2231,00	0,55	0,00	0,07	2290,00	0,48	0,00	0,05
S2-15-10-2-I-DISSIMILARIDADE	3970	6990,24	0,16	0,00	0,76	3960,00	0,37	0,00	0,00	3912,00	0,47	0,00	0,01
S2-15-10-2-s-DISSIMILARIDADE	2495	3047,21	0,24	0,00	0,22	2442,00	0,65	0,00	0,02	2466,00	0,57	0,00	0,01
S2-15-10-3-I-DISSIMILARIDADE	2969	5938,95	0,14	0,00	1,00	2651,00	0,86	0,00	0,11	2969,00	1,07	0,00	0,00
S2-15-10-3-s-DISSIMILARIDADE	2437	2809,73	0,28	0,00	0,15	2437,00	0,38	0,00	0,00	2385,00	0,38	0,00	0,02
S2-5-15-1-I-DISSIMILARIDADE	4450	8887,66	0,46	0,00	1,00	4291,00	0,59	0,00	0,04	4445,00	0,85	0,00	0,00
S2-5-15-1-s-DISSIMILARIDADE	3326	3793,17	0,31	0,00	0,14	3326,00	0,83	0,00	0,00	3182,00	1,10	0,00	0,04
S2-5-15-2-I-DISSIMILARIDADE	4380	9699,69	0,35	0,00	1,21	3979,00	0,54	0,00	0,09	3857,00	0,66	0,00	0,12

Instances	Objetive value Dissimilarity	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S2-5-15-2-s-DISSIMILARIDADE	3326	3950,84	0,41	0,00	0,19	3302,00	0,82	0,00	0,01	3302,00	1,00	0,00	0,01
S2-5-15-3-I-DISSIMILARIDADE	3245	8609,41	0,50	0,00	1,65	2691,00	2,12	0,00	0,17	3245,00	2,31	0,00	0,00
S2-5-15-3-s-DISSIMILARIDADE	2922	3420,74	0,59	0,00	0,17	2798,00	0,77	0,00	0,04	2876,00	1,29	0,00	0,02
S2-10-15-1-I-DISSIMILARIDADE	5400	9989,07	0,30	0,00	0,85	5283,00	0,57	0,00	0,02	4780,00	0,69	0,00	0,11
S2-10-15-1-s-DISSIMILARIDADE	3351	3771,53	0,38	0,00	0,13	3287,00	1,14	0,00	0,02	3287,00	0,87	0,00	0,02
S2-10-15-2-I-DISSIMILARIDADE	4874	10156,83	0,47	0,00	1,08	4653,00	0,70	0,00	0,05	4316,00	0,99	0,00	0,11
S2-10-15-2-s-DISSIMILARIDADE	3601	4295,36	0,27	0,00	0,19	3563,00	0,77	0,00	0,01	3565,00	0,90	0,00	0,01
S2-10-15-3-I-DISSIMILARIDADE	5041	9738,16	0,31	0,00	0,93	4879,00	1,49	0,00	0,03	5041,00	1,30	0,00	0,00
S2-10-15-3-s-DISSIMILARIDADE	3163	3749,36	0,36	0,00	0,19	3155,00	0,53	0,00	0,00	3059,00	0,56	0,00	0,03
S2-15-15-1-I-DISSIMILARIDADE	6011	10079,76	0,34	0,00	0,68	5657,00	0,55	0,00	0,06	5592,00	0,40	0,00	0,07
S2-15-15-1-s-DISSIMILARIDADE	3600	4049,04	0,30	0,00	0,12	3552,00	0,80	0,00	0,01	3501,00	0,60	0,00	0,03
S2-15-15-2-I-DISSIMILARIDADE	5864	10665,69	0,28	0,00	0,82	5450,00	0,39	0,00	0,07	5449,00	0,34	0,00	0,07
S2-15-15-2-s-DISSIMILARIDADE	3258	3898,28	0,25	0,00	0,20	3208,00	0,68	0,00	0,02	3241,00	0,72	0,00	0,01
S2-15-15-3-I-DISSIMILARIDADE	3555	9305,02	0,31	0,00	1,62	3053,00	1,93	0,00	0,14	3555,00	1,53	0,00	0,00
S2-15-15-3-s-DISSIMILARIDADE	3516	4026,13	0,26	0,00	0,15	3475,00	0,70	0,00	0,01	3479,00	0,64	0,00	0,01
S3-5-5-1-I-DISSIMILARIDADE	2881	4294,24	0,23	0,00	0,49	2715,00	0,38	0,00	0,06	2881,00	0,45	0,00	0,00
S3-5-5-1-s-DISSIMILARIDADE	1873	2471,45	0,29	0,00	0,32	1849,00	0,65	0,00	0,01	1687,00	0,40	0,00	0,10
S3-5-5-2-I-DISSIMILARIDADE	3036	4893,76	0,20	0,00	0,61	3036,00	0,44	0,00	0,00	3036,00	0,42	0,00	0,00
S3-5-5-2-s-DISSIMILARIDADE	1916	2544,77	0,24	0,00	0,33	1916,00	0,56	0,00	0,00	1916,00	0,69	0,00	0,00
S3-5-5-3-I-DISSIMILARIDADE	2632	4808,34	0,28	0,00	0,83	2377,00	0,45	0,00	0,10	2632,00	0,53	0,00	0,00
S3-5-5-3-s-DISSIMILARIDADE	2311	2825,82	0,16	0,00	0,22	2286,00	0,43	0,00	0,01	2311,00	0,53	0,00	0,00
S3-10-5-1-I-DISSIMILARIDADE	2456	4373,26	0,16	0,00	0,78	2456,00	0,58	0,00	0,00	2456,00	0,49	0,00	0,00
S3-10-5-1-s-DISSIMILARIDADE	2098	2544,97	0,17	0,00	0,21	2098,00	0,53	0,00	0,00	2043,00	0,42	0,00	0,03
S3-10-5-2-I-DISSIMILARIDADE	2945	4798,41	0,15	0,00	0,63	2870,00	0,39	0,00	0,03	2945,00	0,40	0,00	0,00
S3-10-5-2-s-DISSIMILARIDADE	2276	2769,72	0,25	0,00	0,22	2276,00	0,40	0,00	0,00	2194,00	0,55	0,00	0,04
S3-10-5-3-I-DISSIMILARIDADE	925	3680,63	0,28	0,00	2,98	925,00	1,09	0,00	0,00	804,00	0,74	0,00	0,13
S3-10-5-3-s-DISSIMILARIDADE	1535	2287,70	0,18	0,00	0,49	1334,00	0,38	0,00	0,13	1334,00	0,42	0,00	0,13
S3-15-5-1-I-DISSIMILARIDADE	3116	4520,29	0,12	0,00	0,45	3116,00	0,38	0,00	0,00	3116,00	0,41	0,00	0,00
S3-15-5-1-s-DISSIMILARIDADE	2116	2574,73	0,15	0,00	0,22	2112,00	0,32	0,00	0,00	1734,00	0,35	0,00	0,18
S3-15-5-2-I-DISSIMILARIDADE	2765	5027,62	0,15	0,00	0,82	2261,00	0,20	0,00	0,18	2246,00	0,25	0,00	0,19
S3-15-5-2-s-DISSIMILARIDADE	2169	2739,98	0,13	0,00	0,26	2169,00	0,33	0,00	0,00	2169,00	0,37	0,00	0,00
S3-15-5-3-I-DISSIMILARIDADE	937	3561,74	0,16	0,00	2,80	937,00	0,74	0,00	0,00	811,00	0,71	0,00	0,13
S3-15-5-3-s-DISSIMILARIDADE	2087	2488,20	0,17	0,00	0,19	1945,00	0,46	0,00	0,07	2087,00	0,56	0,00	0,00
S3-5-10-1-I-DISSIMILARIDADE	5412	8977,01	0,41	0,00	0,66	5217,00	0,40	0,00	0,04	5237,00	0,50	0,00	0,03
S3-5-10-1-s-DISSIMILARIDADE	3475	4126,14	0,37	0,00	0,19	3475,00	0,91	0,00	0,00	3227,00	0,86	0,00	0,07
S3-5-10-2-I-DISSIMILARIDADE	6656	10592,07	0,33	0,00	0,59	6489,00	0,42	0,00	0,03	6306,00	0,62	0,00	0,05
S3-5-10-2-s-DISSIMILARIDADE	3637	4331,86	0,33	0,00	0,19	3629,00	0,58	0,00	0,00	3629,00	0,84	0,00	0,00
S3-5-10-3-I-DISSIMILARIDADE	3627	8826,75	0,28	0,00	1,43	1296,00	1,62	0,00	0,64	3627,00	1,17	0,00	0,00
S3-5-10-3-s-DISSIMILARIDADE	3606	4326,20	0,32	0,00	0,20	3478,00	0,60	0,00	0,04	3461,00	0,49	0,00	0,04
S3-10-10-1-I-DISSIMILARIDADE	5741	9778,62	0,40	0,00	0,70	5523,00	0,58	0,00	0,04	5633,00	0,77	0,00	0,02
S3-10-10-1-s-DISSIMILARIDADE	3315	3985,50	0,30	0,00	0,20	3288,00	0,79	0,00	0,01	3127,00	1,06	0,00	0,06
S3-10-10-2-I-DISSIMILARIDADE	5773	10483,23	0,30	0,00	0,82	5546,00	0,40	0,00	0,04	5715,00	0,56	0,00	0,01
S3-10-10-2-s-DISSIMILARIDADE	3825	4589,24	0,38	0,00	0,20	3825,00	0,55	0,00	0,00	3725,00	0,53	0,00	0,03
S3-10-10-3-I-DISSIMILARIDADE	3591	9360,84	0,41	0,00	1,61	3097,00	2,04	0,00	0,14	2327,00	1,57	0,00	0,35
S3-10-10-3-s-DISSIMILARIDADE	3444	4159,35	0,53	0,00	0,21	3100,00	0,52	0,00	0,10	3421,00	0,72	0,00	0,01
S3-15-10-1-I-DISSIMILARIDADE	5006	9836,05	0,34	0,00	0,96	4527,00	0,70	0,00	0,10	4395,00	0,57	0,00	0,12
S3-15-10-1-s-DISSIMILARIDADE	3613	4355,46	0,29	0,00	0,21	3287,00	0,72	0,00	0,09	3430,00	0,63	0,00	0,05
S3-15-10-2-I-DISSIMILARIDADE	5105	10340,76	0,32	0,00	1,03	5105,00	0,46	0,00	0,00	4965,00	0,37	0,00	0,03
S3-15-10-2-s-DISSIMILARIDADE	3810	4489,89	0,36	0,00	0,18	3784,00	0,61	0,00	0,01	3810,00	0,80	0,00	0,00
S3-15-10-3-I-DISSIMILARIDADE	2792	8385,59	0,42	0,00	2,00	2792,00	1,07	0,00	0,00	2792,00	1,76	0,00	0,00
S3-15-10-3-s-DISSIMILARIDADE	3938	4505,28	0,28	0,00	0,14	3938,00	0,76	0,00	0,00	3929,00	0,51	0,00	0,00
S3-5-15-1-I-DISSIMILARIDADE	6435	13478,76	0,45	0,00	1,09	6232,00	0,75	0,00	0,03	5702,00	0,52	0,00	0,11
S3-5-15-1-s-DISSIMILARIDADE	5366	6025,68	0,43	0,00	0,12	5115,00	0,81	0,00	0,05	5179,00	0,78	0,00	0,03
S3-5-15-2-I-DISSIMILARIDADE	8708	15806,42	0,38	0,00	0,82	8329,00	0,39	0,00	0,04	8403,00	0,51	0,00	0,04
S3-5-15-2-s-DISSIMILARIDADE	5104	5953,95	0,64	0,00	0,17	5078,00	0,80	0,00	0,01	5001,00	0,64	0,00	0,02
S3-5-15-3-I-DISSIMILARIDADE	5357	13725,80	0,54	0,00	1,56	957,00	3,54	0,00	0,82	3619,00	1,85	0,00	0,32
S3-5-15-3-s-DISSIMILARIDADE	5193	6124,61	0,50	0,00	0,18	4991,00	0,77	0,00	0,04	5065,00	0,68	0,00	0,02
S3-10-15-1-I-DISSIMILARIDADE	8094	14346,52	0,38	0,00	0,77	7721,00	0,60	0,00	0,05	7641,00	0,45	0,00	0,06

Instances	Objetive value Dissimilarity	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S3-10-15-1-s-DISSIMILARIDADE	5102	5810,88	0,48	0,00	0,14	4737,00	0,65	0,00	0,07	4955,00	1,00	0,00	0,03
S3-10-15-2-I-DISSIMILARIDADE	9208	16291,18	0,62	0,00	0,77	8996,00	0,59	0,00	0,02	9045,00	0,55	0,00	0,02
S3-10-15-2-s-DISSIMILARIDADE	5273	6200,80	0,44	0,00	0,18	5239,00	0,70	0,00	0,01	5273,00	0,57	0,00	0,00
S3-10-15-3-I-DISSIMILARIDADE	4614	13554,41	0,41	0,00	1,94	870,00	2,74	0,00	0,81	4452,00	2,09	0,00	0,04
S3-10-15-3-s-DISSIMILARIDADE	5277	6068,55	0,42	0,00	0,15	5273,00	0,62	0,00	0,00	5277,00	0,57	0,00	0,00
S3-15-15-1-I-DISSIMILARIDADE	8948	15281,09	0,46	0,00	0,71	8488,00	0,59	0,00	0,05	7782,00	0,52	0,00	0,13
S3-15-15-1-s-DISSIMILARIDADE	5299	6064,71	0,41	0,00	0,14	5272,00	0,77	0,00	0,01	5272,00	0,92	0,00	0,01
S3-15-15-2-I-DISSIMILARIDADE	10291	16699,67	0,56	0,00	0,62	9196,00	0,69	0,00	0,11	9094,00	0,97	0,00	0,12
S3-15-15-2-s-DISSIMILARIDADE	5245	6118,38	0,39	0,00	0,17	5217,00	0,71	0,00	0,01	5151,00	0,62	0,00	0,02
S3-15-15-3-I-DISSIMILARIDADE	6134	13404,27	0,41	0,00	1,19	2023,00	3,42	0,00	0,67	4901,00	3,87	0,00	0,20
S3-15-15-3-s-DISSIMILARIDADE	4839	5801,86	0,40	0,00	0,20	4679,00	0,75	0,00	0,03	4760,00	0,60	0,00	0,02
M1-5-5-1-I-DISSIMILARIDADE	10213	15686,34	0,53	0,00	0,54	10213,00	0,51	0,00	0,00	9732,00	0,59	0,00	0,05
M1-5-5-1-s-DISSIMILARIDADE	7169	8748,90	0,52	0,00	0,22	7152,00	0,78	0,00	0,00	7169,00	0,92	0,00	0,00
M1-5-5-2-I-DISSIMILARIDADE	9210	15435,44	0,52	0,00	0,68	9210,00	0,63	0,00	0,00	9210,00	0,65	0,00	0,00
M1-5-5-2-s-DISSIMILARIDADE	7469	9235,51	0,61	0,00	0,24	7469,00	0,51	0,00	0,00	7469,00	0,63	0,00	0,00
M1-5-5-3-I-DISSIMILARIDADE	6520	13799,88	0,46	0,00	1,12	6520,00	0,60	0,00	0,00	6520,00	0,55	0,00	0,00
M1-5-5-3-s-DISSIMILARIDADE	7072	9114,53	0,64	0,00	0,29	7040,00	0,55	0,00	0,00	6483,00	0,56	0,00	0,08
M1-10-5-1-I-DISSIMILARIDADE	9138	14228,00	0,49	0,00	0,56	9138,00	0,77	0,00	0,00	8974,00	0,92	0,00	0,02
M1-10-5-1-s-DISSIMILARIDADE	6543	8349,70	0,49	0,00	0,28	6543,00	0,55	0,00	0,00	6443,00	0,62	0,00	0,02
M1-10-5-2-I-DISSIMILARIDADE	8628	15692,74	0,33	0,00	0,82	8390,00	0,55	0,00	0,03	8628,00	0,62	0,00	0,00
M1-10-5-2-s-DISSIMILARIDADE	7153	8671,49	0,69	0,00	0,21	7153,00	0,65	0,00	0,00	7024,00	0,58	0,00	0,02
M1-10-5-3-I-DISSIMILARIDADE	4527	12284,63	0,46	0,00	1,71	4527,00	0,46	0,00	0,00	4527,00	0,50	0,00	0,00
M1-10-5-3-s-DISSIMILARIDADE	6448	8598,03	0,53	0,00	0,33	6448,00	0,58	0,00	0,00	6342,00	0,62	0,00	0,02
M1-15-5-1-I-DISSIMILARIDADE	10017	15556,41	0,48	0,00	0,55	9789,00	0,60	0,00	0,02	9789,00	0,70	0,00	0,02
M1-15-5-1-s-DISSIMILARIDADE	6239	7956,46	0,51	0,00	0,28	6206,99	0,76	0,00	0,01	6206,99	0,80	0,00	0,01
M1-15-5-2-I-DISSIMILARIDADE	11249	17512,79	0,50	0,00	0,56	10574,00	0,58	0,00	0,06	11249,00	0,57	0,00	0,00
M1-15-5-2-s-DISSIMILARIDADE	7130	8725,86	0,41	0,00	0,22	7130,00	0,68	0,00	0,00	7130,00	1,00	0,00	0,00
M1-15-5-3-I-DISSIMILARIDADE	9306	15450,95	0,50	0,00	0,66	9306,00	0,59	0,00	0,00	9306,00	0,78	0,00	0,00
M1-15-5-3-s-DISSIMILARIDADE	6178	8213,76	0,49	0,00	0,33	6178,00	0,62	0,00	0,00	6178,00	0,76	0,00	0,00
M1-5-10-1-I-DISSIMILARIDADE	12188	28384,87	0,74	0,00	1,33	12188,00	0,67	0,00	0,00	11520,00	0,71	0,00	0,05
M1-5-10-1-s-DISSIMILARIDADE	11936	13951,30	0,93	0,00	0,17	10927,00	0,77	0,00	0,08	11317,00	0,91	0,00	0,05
M1-5-10-2-I-DISSIMILARIDADE	18398	34544,63	0,94	0,00	0,88	17576,00	0,66	0,00	0,04	18398,00	0,63	0,00	0,00
M1-5-10-2-s-DISSIMILARIDADE	11666	14476,39	1,37	0,00	0,24	11666,00	1,13	0,00	0,00	11573,00	0,73	0,00	0,01
M1-5-10-3-I-DISSIMILARIDADE	12142	25868,56	0,94	0,00	1,13	12141,00	1,45	0,00	0,00	11876,00	1,13	0,00	0,02
M1-5-10-3-s-DISSIMILARIDADE	11426	13410,49	0,87	0,00	0,17	11425,00	0,88	0,00	0,00	11425,00	0,95	0,00	0,00
M1-10-10-1-I-DISSIMILARIDADE	20206	32542,54	0,84	0,00	0,61	20205,00	0,94	0,00	0,00	19555,00	0,74	0,00	0,03
M1-10-10-1-s-DISSIMILARIDADE	12297	14530,57	0,94	0,00	0,18	11252,00	0,63	0,00	0,08	11854,00	1,22	0,00	0,04
M1-10-10-2-I-DISSIMILARIDADE	16778	33764,72	0,84	0,00	1,01	14837,00	0,62	0,00	0,12	16510,00	0,84	0,00	0,02
M1-10-10-2-s-DISSIMILARIDADE	12881	15218,49	0,86	0,00	0,18	12795,00	0,65	0,00	0,01	12795,00	0,67	0,00	0,01
M1-10-10-3-I-DISSIMILARIDADE	17666	31825,06	0,84	0,00	0,80	17666,00	0,84	0,00	0,00	17666,00	1,09	0,00	0,00
M1-10-10-3-s-DISSIMILARIDADE	11100	14000,70	0,92	0,00	0,26	10560,00	0,88	0,00	0,05	10810,00	0,96	0,00	0,03
M1-15-10-1-I-DISSIMILARIDADE	18487	33177,49	0,84	0,00	0,79	16570,00	0,63	0,00	0,10	16532,00	0,89	0,00	0,11
M1-15-10-1-s-DISSIMILARIDADE	11484	14010,16	0,86	0,00	0,22	10980,00	0,91	0,00	0,04	11216,00	1,15	0,00	0,02
M1-15-10-2-I-DISSIMILARIDADE	17029	34781,25	0,85	0,00	1,04	16270,00	0,66	0,00	0,04	16450,00	0,72	0,00	0,03
M1-15-10-2-s-DISSIMILARIDADE	12805	15018,06	0,82	0,00	0,17	12799,00	1,01	0,00	0,00	12805,00	0,73	0,00	0,00
M1-15-10-3-I-DISSIMILARIDADE	12552	29935,98	0,79	0,00	1,38	3381,00	2,94	0,00	0,73	12552,00	2,71	0,00	0,00
M1-15-10-3-s-DISSIMILARIDADE	12359	14549,26	0,73	0,00	0,18	12359,00	0,72	0,00	0,00	12324,00	0,71	0,00	0,00
M1-5-15-1-I-DISSIMILARIDADE	25805	47575,53	1,23	0,00	0,84	23719,00	0,90	0,00	0,08	24326,00	0,71	0,00	0,06
M1-5-15-1-s-DISSIMILARIDADE	16758	19438,47	1,36	0,00	0,16	16521,00	1,28	0,00	0,01	16532,00	1,03	0,00	0,01
M1-5-15-2-I-DISSIMILARIDADE	28118	51032,78	1,36	0,00	0,81	26659,00	0,78	0,00	0,05	27347,00	0,98	0,00	0,03
M1-5-15-2-s-DISSIMILARIDADE	17197	20447,77	1,34	0,00	0,19	17196,00	1,24	0,00	0,00	16999,00	1,12	0,00	0,01
M1-5-15-3-I-DISSIMILARIDADE	15362	44584,19	1,06	0,00	1,90	1954,00	3,71	0,00	0,87	15362,00	1,44	0,00	0,00
M1-5-15-3-s-DISSIMILARIDADE	15950	19040,81	1,16	0,00	0,19	15944,00	1,34	0,00	0,00	15693,00	1,01	0,00	0,02
M1-10-15-1-I-DISSIMILARIDADE	27453	50145,55	1,26	0,00	0,83	25427,00	0,69	0,00	0,07	25637,00	1,03	0,00	0,07
M1-10-15-1-s-DISSIMILARIDADE	17005	19756,45	1,17	0,00	0,16	16540,00	0,77	0,00	0,03	16630,00	1,08	0,00	0,02
M1-10-15-2-I-DISSIMILARIDADE	27266	51648,77	1,41	0,00	0,89	26052,00	0,84	0,00	0,04	27137,00	0,97	0,00	0,00
M1-10-15-2-s-DISSIMILARIDADE	17236	20252,94	1,15	0,00	0,18	17018,00	1,15	0,00	0,01	17097,00	1,21	0,00	0,01
M1-10-15-3-I-DISSIMILARIDADE	13690	41092,48	1,19	0,00	2,00	6028,00	4,35	0,00	0,56	13690,00	2,97	0,00	0,00

Instances	Objetive value Dissimilarity	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
M1-10-15-3-s-DISSIMILARIDADE	16383	19396,81	1,10	0,00	0,18	16119,00	1,16	0,00	0,02	16210,00	1,19	0,00	0,01
M1-15-15-1-I-DISSIMILARIDADE	29283	53729,98	1,40	0,00	0,83	27938,00	0,94	0,00	0,05	27301,00	1,02	0,00	0,07
M1-15-15-1-s-DISSIMILARIDADE	17802	20377,79	1,13	0,00	0,14	17397,00	0,93	0,00	0,02	17243,00	1,07	0,00	0,03
M1-15-15-2-I-DISSIMILARIDADE	26152	54002,29	1,35	0,00	1,06	25270,00	0,80	0,00	0,03	25662,00	0,94	0,00	0,02
M1-15-15-2-s-DISSIMILARIDADE	17414	20747,82	1,09	0,00	0,19	16994,00	0,85	0,00	0,02	16934,00	1,15	0,00	0,03
M1-15-15-3-I-DISSIMILARIDADE	16087	48102,67	1,24	0,00	1,99	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				14394,00	1,95	0,00	0,11
M1-15-15-3-s-DISSIMILARIDADE	17052	19907,37	0,98	0,00	0,17	16489,00	0,69	0,00	0,03	16657,00	0,73	0,00	0,02
M2-5-5-1-I-DISSIMILARIDADE	19983	29853,58	0,92	0,00	0,49	19520,00	0,90	0,00	0,02	19983,00	1,00	0,00	0,00
M2-5-5-1-s-DISSIMILARIDADE	14571	17186,26	1,06	0,00	0,18	14570,00	1,52	0,00	0,00	14570,00	0,69	0,00	0,00
M2-5-5-2-I-DISSIMILARIDADE	18737	32126,64	0,82	0,00	0,71	18158,00	0,83	0,00	0,03	18737,00	1,02	0,00	0,00
M2-5-5-2-s-DISSIMILARIDADE	12842	17044,83	0,74	0,00	0,33	12842,00	0,79	0,00	0,00	12842,00	0,88	0,00	0,00
M2-5-5-3-I-DISSIMILARIDADE	5216	23227,45	0,99	0,00	3,45	5063,00	1,68	0,00	0,03	5063,00	1,51	0,00	0,03
M2-5-5-3-s-DISSIMILARIDADE	7835	15099,98	0,86	0,00	0,93	7835,00	1,06	0,00	0,00	7574,00	1,47	0,00	0,03
M2-10-5-1-I-DISSIMILARIDADE	18556	31540,66	0,89	0,00	0,70	17819,00	0,72	0,00	0,04	17797,00	1,07	0,00	0,04
M2-10-5-1-s-DISSIMILARIDADE	14399	17741,01	1,00	0,00	0,23	14113,00	0,88	0,00	0,02	14384,00	1,03	0,00	0,00
M2-10-5-2-I-DISSIMILARIDADE	18990	30747,61	0,85	0,00	0,62	18990,00	0,73	0,00	0,00	18990,00	1,08	0,00	0,00
M2-10-5-2-s-DISSIMILARIDADE	14732	18275,64	0,77	0,00	0,24	14732,00	0,82	0,00	0,00	14732,00	0,88	0,00	0,00
M2-10-5-3-I-DISSIMILARIDADE	10693	27271,72	1,10	0,00	1,55	6593,00	1,60	0,00	0,38	10693,00	0,96	0,00	0,00
M2-10-5-3-s-DISSIMILARIDADE	11927	16097,99	0,77	0,00	0,35	11842,00	0,85	0,00	0,01	11926,00	0,96	0,00	0,00
M2-15-5-1-I-DISSIMILARIDADE	19287	30880,40	0,88	0,00	0,60	18858,00	0,80	0,00	0,02	18858,00	1,00	0,00	0,02
M2-15-5-1-s-DISSIMILARIDADE	13244	16802,27	0,86	0,00	0,27	13244,00	0,84	0,00	0,00	13135,00	1,29	0,00	0,01
M2-15-5-2-I-DISSIMILARIDADE	18326	31213,34	0,96	0,00	0,70	18326,00	0,74	0,00	0,00	17618,00	0,93	0,00	0,04
M2-15-5-2-s-DISSIMILARIDADE	14167	18003,48	0,76	0,00	0,27	14167,00	0,83	0,00	0,00	13753,00	1,20	0,00	0,03
M2-15-5-3-I-DISSIMILARIDADE	20298	33279,24	0,92	0,00	0,64	20298,00	0,83	0,00	0,00	19464,00	1,10	0,00	0,04
M2-15-5-3-s-DISSIMILARIDADE	13602	17848,28	0,72	0,00	0,31	13211,00	0,99	0,00	0,03	13602,00	0,93	0,00	0,00
M2-5-10-1-I-DISSIMILARIDADE	34075	61829,68	1,17	0,00	0,81	34075,00	0,66	0,00	0,00	34075,00	0,95	0,00	0,00
M2-5-10-1-s-DISSIMILARIDADE	23595	28159,30	1,41	0,00	0,19	23090,00	0,80	0,00	0,02	23486,00	1,07	0,00	0,00
M2-5-10-2-I-DISSIMILARIDADE	34701	66447,81	1,02	0,00	0,91	32138,00	0,79	0,00	0,07	32138,00	0,75	0,00	0,07
M2-5-10-2-s-DISSIMILARIDADE	23151	28567,10	1,12	0,00	0,23	22598,00	0,71	0,00	0,02	22887,00	0,98	0,00	0,01
M2-5-10-3-I-DISSIMILARIDADE	28621	61710,84	1,25	0,00	1,16	7158,00	2,42	0,00	0,75	28621,00	0,75	0,00	0,00
M2-5-10-3-s-DISSIMILARIDADE	24379	28626,30	1,17	0,00	0,17	24131,00	1,20	0,00	0,01	23108,00	0,76	0,00	0,05
M2-10-10-1-I-DISSIMILARIDADE	27634	59512,98	1,10	0,00	1,15	27178,00	0,78	0,00	0,02	27634,00	0,72	0,00	0,00
M2-10-10-1-s-DISSIMILARIDADE	22942	27699,27	1,17	0,00	0,21	22098,00	1,23	0,00	0,04	22098,00	0,90	0,00	0,04
M2-10-10-2-I-DISSIMILARIDADE	41507	71077,68	1,17	0,00	0,71	37464,00	0,88	0,00	0,10	38145,00	0,86	0,00	0,08
M2-10-10-2-s-DISSIMILARIDADE	22874	28046,92	1,14	0,00	0,23	22873,00	0,89	0,00	0,00	22801,00	1,19	0,00	0,00
M2-10-10-3-I-DISSIMILARIDADE	32203	66864,26	1,15	0,00	1,08	21403,00	2,21	0,00	0,34	31467,00	0,72	0,00	0,02
M2-10-10-3-s-DISSIMILARIDADE	24273	29825,72	1,07	0,00	0,23	22852,00	0,88	0,00	0,06	22493,00	1,15	0,00	0,07
M2-15-10-1-I-DISSIMILARIDADE	33089	63005,40	1,52	0,00	0,90	33089,00	1,17	0,00	0,00	31798,00	0,64	0,00	0,04
M2-15-10-1-s-DISSIMILARIDADE	23295	28156,92	1,14	0,00	0,21	22457,00	0,94	0,00	0,04	23049,00	1,14	0,00	0,01
M2-15-10-2-I-DISSIMILARIDADE	42225	71800,63	1,23	0,00	0,70	41531,00	0,81	0,00	0,02	41728,00	1,01	0,00	0,01
M2-15-10-2-s-DISSIMILARIDADE	24320	29657,14	1,27	0,00	0,22	24320,00	0,99	0,00	0,00	24163,00	0,87	0,00	0,01
M2-15-10-3-I-DISSIMILARIDADE	18247	62032,49	1,20	0,00	2,40	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				18247,00	1,19	0,00	0,00
M2-15-10-3-s-DISSIMILARIDADE	24775	29325,51	1,12	0,00	0,18	24055,00	0,80	0,00	0,03	24112,00	0,89	0,00	0,03
M2-5-15-1-I-DISSIMILARIDADE	39896	89116,60	1,78	0,00	1,23	39896,00	0,76	0,00	0,00	38668,00	1,01	0,00	0,03
M2-5-15-1-s-DISSIMILARIDADE	32725	38688,54	1,76	0,00	0,18	32242,00	1,26	0,00	0,01	32242,00	1,17	0,00	0,01
M2-5-15-2-I-DISSIMILARIDADE	54739	104784,57	1,59	0,00	0,91	54032,00	0,99	0,00	0,01	54739,00	0,90	0,00	0,00
M2-5-15-2-s-DISSIMILARIDADE	33427	40070,33	1,75	0,00	0,20	33197,00	1,38	0,00	0,01	33192,00	0,77	0,00	0,01
M2-5-15-3-I-DISSIMILARIDADE	45677	91277,38	1,81	0,00	1,00	43895,00	2,55	0,00	0,04	45677,00	1,67	0,00	0,00
M2-5-15-3-s-DISSIMILARIDADE	29281	35766,40	1,76	0,00	0,22	28382,00	1,31	0,00	0,03	28429,00	1,22	0,00	0,03
M2-10-15-1-I-DISSIMILARIDADE	60080	101743,48	1,74	0,00	0,69	58365,00	1,10	0,00	0,03	52674,00	1,21	0,00	0,12
M2-10-15-1-s-DISSIMILARIDADE	34393	39703,32	1,78	0,00	0,15	33323,00	1,43	0,00	0,03	33297,00	1,16	0,00	0,03
M2-10-15-2-I-DISSIMILARIDADE	59674	108522,31	1,78	0,00	0,82	57867,00	1,09	0,00	0,03	57009,00	1,11	0,00	0,04
M2-10-15-2-s-DISSIMILARIDADE	33613	40105,75	1,79	0,00	0,19	33469,00	1,33	0,00	0,00	33240,00	0,94	0,00	0,01
M2-10-15-3-I-DISSIMILARIDADE	44761	97517,56	1,99	0,00	1,18	7952,00	4,46	0,00	0,82	41157,00	2,44	0,00	0,08
M2-10-15-3-s-DISSIMILARIDADE	35345	40753,36	1,87	0,00	0,15	35343,00	1,57	0,00	0,00	35168,00	1,19	0,00	0,01
M2-15-15-1-I-DISSIMILARIDADE	58545	98957,57	2,12	0,00	0,69	53941,00	1,14	0,00	0,08	53916,00	0,85	0,00	0,08
M2-15-15-1-s-DISSIMILARIDADE	33850	39912,75	1,89	0,00	0,18	33499,00	1,49	0,00	0,01	33628,00	1,19	0,00	0,01
M2-15-15-2-I-DISSIMILARIDADE	54409	105426,34	1,80	0,00	0,94	50815,00	1,07	0,00	0,07	52422,00	0,94	0,00	0,04

Instances	Objective value Dissimilarity	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP%	(2020)
M2-15-15-2-s-DISSIMILARIDADE	33978	40894,37	1,77	0,00	0,20	33861,00	1,82	0,00	0,00	33711,00	1,15	0,00	0,01
M2-15-15-3-I-DISSIMILARIDADE	51244	101376,50	1,78	0,00	0,98	30011,00	3,61	0,00	0,41	51189,00	1,62	0,00	0,00
M2-15-15-3-s-DISSIMILARIDADE	35263	40910,31	1,79	0,00	0,16	35231,00	1,67	0,00	0,00	34787,00	1,04	0,00	0,01
L-5-5-1-I-DISSIMILARIDADE	95376	162237,10	3,90	0,00	0,70	95375,00	2,00	0,00	0,00	74566,00	1,04	0,00	0,22
L-5-5-1-s-DISSIMILARIDADE	55594	81892,51	3,95	0,00	0,47	52698,00	1,59	0,00	0,05	55594,00	1,59	0,00	0,00
L-5-5-2-I-DISSIMILARIDADE	108821	168523,08	3,93	0,00	0,55	108821,00	1,78	0,00	0,00	108663,00	1,41	0,00	0,00
L-5-5-2-s-DISSIMILARIDADE	71584	87947,67	3,47	0,00	0,23	71584,00	2,07	0,00	0,00	71584,00	1,95	0,00	0,00
L-5-5-3-I-DISSIMILARIDADE	62032	127049,39	5,35	0,00	1,05	28345,00	3,42	0,00	0,54	62032,00	2,63	0,00	0,00
L-5-5-3-s-DISSIMILARIDADE	51863	70539,80	4,97	0,00	0,36	51863,00	1,95	0,00	0,00	51863,00	1,57	0,00	0,00
L-10-5-1-I-DISSIMILARIDADE	93297	148644,63	4,09	0,00	0,59	92674,00	1,73	0,00	0,01	87938,00	1,84	0,00	0,06
L-10-5-1-s-DISSIMILARIDADE	65083	85632,58	3,93	0,00	0,32	64578,00	2,17	0,00	0,01	59039,00	1,61	0,00	0,09
L-10-5-2-I-DISSIMILARIDADE	92796	158289,03	3,81	0,00	0,71	92796,00	1,93	0,00	0,00	92796,00	1,49	0,00	0,00
L-10-5-2-s-DISSIMILARIDADE	78598	95214,18	3,64	0,00	0,21	77463,00	2,10	0,00	0,01	78598,00	2,03	0,00	0,00
L-10-5-3-I-DISSIMILARIDADE	78685	146639,46	0,47	0,00	0,86	78685,00	1,86	0,00	0,00	78685,00	1,57	0,00	0,00
L-10-5-3-s-DISSIMILARIDADE	70283	87695,13	3,69	0,00	0,25	70282,00	2,31	0,00	0,00	70282,00	2,34	0,00	0,00
L-15-5-1-I-DISSIMILARIDADE	99760	168232,75	3,65	0,00	0,69	99760,00	1,77	0,00	0,00	76922,00	1,04	0,00	0,23
L-15-5-1-s-DISSIMILARIDADE	66405	85894,06	3,52	0,00	0,29	56354,00	1,73	0,00	0,15	58139,00	1,37	0,00	0,12
L-15-5-2-I-DISSIMILARIDADE	103600	162301,36	3,92	0,00	0,57	103600,00	1,60	0,00	0,00	95231,00	1,76	0,00	0,08
L-15-5-2-s-DISSIMILARIDADE	78387	92289,87	3,32	0,00	0,18	78386,00	2,37	0,00	0,00	78386,00	2,11	0,00	0,00
L-15-5-3-I-DISSIMILARIDADE	94209	160327,89	4,29	0,00	0,70	94209,00	1,71	0,00	0,00	94209,00	1,73	0,00	0,00
L-15-5-3-s-DISSIMILARIDADE	76597	94324,78	3,63	0,00	0,23	76597,00	2,33	0,00	0,00	75291,00	1,65	0,00	0,02
L-5-10-1-I-DISSIMILARIDADE	179815	321147,73	8,45	0,00	0,79	178013,00	2,90	0,00	0,01	158261,00	2,42	0,00	0,12
L-5-10-1-s-DISSIMILARIDADE	116193	139096,24	7,05	0,00	0,20	112799,00	3,34	0,00	0,03	112799,00	3,02	0,00	0,03
L-5-10-2-I-DISSIMILARIDADE	197502	335275,53	7,54	0,00	0,70	184190,00	3,02	0,00	0,07	186201,00	2,68	0,00	0,06
L-5-10-2-s-DISSIMILARIDADE	112687	138256,31	6,69	0,00	0,23	112604,00	4,28	0,00	0,00	112604,00	4,27	0,00	0,00
L-5-10-3-I-DISSIMILARIDADE	131922	329347,06	7,18	0,00	1,50	131922,00	2,20	0,00	0,00	131922,00	2,16	0,00	0,00
L-5-10-3-s-DISSIMILARIDADE	113917	144898,40	7,48	0,00	0,27	113915,00	4,98	0,00	0,00	112593,00	3,85	0,00	0,01
L-10-10-1-I-DISSIMILARIDADE	209317	340503,65	7,54	0,00	0,63	203903,00	3,34	0,00	0,03	209317,00	3,12	0,00	0,00
L-10-10-1-s-DISSIMILARIDADE	120399	140974,01	6,56	0,00	0,17	120389,00	4,65	0,00	0,00	113869,00	2,95	0,00	0,05
L-10-10-2-I-DISSIMILARIDADE	198121	348969,46	7,00	0,00	0,76	192296,00	3,02	0,00	0,03	196534,00	2,91	0,00	0,01
L-10-10-2-s-DISSIMILARIDADE	125550	149272,81	6,31	0,00	0,19	125547,00	4,28	0,00	0,00	124885,00	3,33	0,00	0,01
L-10-10-3-I-DISSIMILARIDADE	83860	285422,12	8,37	0,00	2,40	31966,00	6,87	0,00	0,62	70508,00	5,13	0,00	0,16
L-10-10-3-s-DISSIMILARIDADE	115804	138572,12	6,75	0,00	0,20	114488,00	5,96	0,00	0,01	114488,00	5,70	0,00	0,01
L-15-10-1-I-DISSIMILARIDADE	200887	341557,36	7,48	0,00	0,70	200887,00	2,82	0,00	0,00	177666,00	2,57	0,00	0,12
L-15-10-1-s-DISSIMILARIDADE	124518	145996,87	7,00	0,00	0,17	117398,00	3,08	0,00	0,06	117398,00	3,05	0,00	0,06
L-15-10-2-I-DISSIMILARIDADE	212403	364208,26	6,82	0,00	0,71	212101,00	2,73	0,00	0,00	211228,00	2,72	0,00	0,01
L-15-10-2-s-DISSIMILARIDADE	122238	146281,69	7,20	0,00	0,20	122232,00	3,40	0,00	0,00	122232,00	3,44	0,00	0,00
L-15-10-3-I-DISSIMILARIDADE	113725	305696,23	7,52	0,00	1,69	113550,00	8,22	0,00	0,00	113550,00	7,69	0,00	0,00
L-15-10-3-s-DISSIMILARIDADE	124823	148327,38	6,72	0,00	0,19	123840,00	5,10	0,00	0,01	122985,00	4,18	0,00	0,01
L-5-15-1-I-DISSIMILARIDADE	297732	508001,72	12,15	0,00	0,71	292033,00	4,55	0,00	0,02	264152,00	3,89	0,00	0,11
L-5-15-1-s-DISSIMILARIDADE	167145	197900,24	12,06	0,00	0,18	160388,00	5,17	0,00	0,04	160388,00	4,98	0,00	0,04
L-5-15-2-I-DISSIMILARIDADE	266743	513039,09	11,17	0,00	0,92	264020,00	5,03	0,00	0,01	247572,00	5,79	0,00	0,07
L-5-15-2-s-DISSIMILARIDADE	172583	202478,49	10,42	0,00	0,17	172581,00	6,59	0,00	0,00	172234,00	8,00	0,00	0,00
L-5-15-3-I-DISSIMILARIDADE	213872	458990,17	12,85	0,00	1,15	131436,00	21,55	0,00	0,39	182426,00	14,18	0,00	0,15
L-5-15-3-s-DISSIMILARIDADE	157862	185644,68	13,58	0,00	0,18	155557,00	7,63	0,00	0,01	154939,00	7,29	0,00	0,02
L-10-15-1-I-DISSIMILARIDADE	259883	502554,00	13,51	0,00	0,93	247179,00	4,09	0,00	0,05	232378,00	3,99	0,00	0,11
L-10-15-1-s-DISSIMILARIDADE	163811	192357,10	9,95	0,00	0,17	158483,00	6,03	0,00	0,03	161488,00	8,46	0,00	0,01
L-10-15-2-I-DISSIMILARIDADE	298299	544145,11	13,10	0,00	0,82	278194,00	4,04	0,00	0,07	279057,00	3,89	0,00	0,06
L-10-15-2-s-DISSIMILARIDADE	167504	202899,10	11,46	0,00	0,21	167363,00	6,94	0,00	0,00	163651,00	6,24	0,00	0,02
L-10-15-3-I-DISSIMILARIDADE	252777	513891,37	12,78	0,00	1,03	238709,00	11,11	0,00	0,06	251358,00	7,94	0,00	0,01
L-10-15-3-s-DISSIMILARIDADE	165038	198740,01	12,53	0,00	0,20	160009,00	7,66	0,00	0,03	165038,00	5,72	0,00	0,00
L-15-15-1-I-DISSIMILARIDADE	302760	516260,72	11,88	0,00	0,71	277199,00	4,07	0,00	0,08	272367,00	4,29	0,00	0,10
L-15-15-1-s-DISSIMILARIDADE	165043	192566,81	11,92	0,00	0,17	158526,00	6,35	0,00	0,04	152688,00	5,36	0,00	0,07
L-15-15-2-I-DISSIMILARIDADE	311345	537929,07	12,19	0,00	0,73	296280,00	4,70	0,00	0,05	295754,00	4,70	0,00	0,05
L-15-15-2-s-DISSIMILARIDADE	177006	208429,52	11,88	0,00	0,18	176077,00	7,12	0,00	0,01	177002,00	7,94	0,00	0,00
L-15-15-3-I-DISSIMILARIDADE	263292	509006,16	12,46	0,00	0,93	245987,00	13,53	0,00	0,07	263292,00	4,47	0,00	0,00
L-15-15-3-s-DISSIMILARIDADE	167493	196538,34	11,42	0,00	0,17	167489,00	6,39	0,00	0,00	165697,00	5,98	0,00	0,01
Médias	33270	53541	1,77	0,00	60,17	31671,08	1,44	0,00	6,28	31841,46	1,30	0,00	3,71

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE D – RESULTADOS USANDO O CRITÉRIO DE SIMILARIDADE PARA O MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2

A Tabela 9 apresenta as soluções para as 324 instâncias com critério de Similaridade disponibilizadas na literatura e executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2. Os valores da função objetivo usados no Modelo 1, para esse conjunto de instâncias foram informado por Schneider (2019) e para os demais modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Destaca-se em vermelho, que em três instâncias a heurística H-R1 não conseguiu resolver, apresentando infactibilidade, impossibilitando a solução das mesmas. Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2.

Neste caso a heurística H-R2 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R1.

Tabela 9 - Resultados da aplicação do critério de Similaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Modelo 1 - Schneider (2019)	Modelo 2 - Similaridade - (Cruz 2020)				H-R1 - Modelo 3 - Similaridade - (Cruz 2020)				H-R2 - Modelo 4 - Similaridade (Cruz 2020)			
	Objective value Similarity	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
S1-5-5-1-I-SIMILARIDADE	705	1412,85	0,16	0,00	1,00	704,00	0,58	0,00	0,00	705,00	0,48	0,00	0,00
S1-5-5-1-S-SIMILARIDADE	700	877,47	0,28	0,00	0,25	668,00	0,59	0,00	0,05	668,00	0,52	0,00	0,05
S1-5-5-2-I-SIMILARIDADE	838	1450,32	0,13	0,00	0,73	838,00	0,41	0,00	0,00	838,00	0,34	0,00	0,00
S1-5-5-2-S-SIMILARIDADE	659	819,37	0,20	0,00	0,24	652,00	0,32	0,00	0,01	652,00	0,41	0,00	0,01
S1-5-5-3-I-SIMILARIDADE	671	1369,26	0,16	0,00	1,04	350,00	0,87	0,00	0,48	630,00	0,83	0,00	0,06
S1-5-5-3-S-SIMILARIDADE	697	866,32	0,13	0,00	0,24	697,00	0,30	0,00	0,00	697,00	0,40	0,00	0,00
S1-10-5-1-I-SIMILARIDADE	601	1326,45	0,12	0,00	1,21	601,00	0,31	0,00	0,00	598,00	0,58	0,00	0,00
S1-10-5-1-S-SIMILARIDADE	709	863,92	0,17	0,00	0,22	694,00	0,35	0,00	0,02	709,00	0,50	0,00	0,00
S1-10-5-2-I-SIMILARIDADE	987	1586,23	0,21	0,00	0,61	987,00	0,54	0,00	0,00	881,00	0,43	0,00	0,11
S1-10-5-2-S-SIMILARIDADE	731	921,33	0,34	0,00	0,26	695,00	0,31	0,00	0,05	731,00	0,53	0,00	0,00
S1-10-5-3-I-SIMILARIDADE	603	1133,03	0,15	0,00	0,88	578,00	0,71	0,00	0,04	603,00	0,62	0,00	0,00
S1-10-5-3-S-SIMILARIDADE	751	897,01	0,19	0,00	0,19	693,00	0,40	0,00	0,08	693,00	0,51	0,00	0,08
S1-15-5-1-I-SIMILARIDADE	956	1450,83	0,13	0,00	0,52	956,00	0,38	0,00	0,00	904,00	0,37	0,00	0,05
S1-15-5-1-S-SIMILARIDADE	756	846,70	0,26	0,00	0,12	756,00	0,57	0,00	0,00	756,00	0,59	0,00	0,00
S1-15-5-2-I-SIMILARIDADE	849	1569,96	0,13	0,00	0,85	822,00	0,45	0,00	0,03	849,00	0,40	0,00	0,00
S1-15-5-2-S-SIMILARIDADE	741	898,08	0,12	0,00	0,21	735,00	0,45	0,00	0,01	716,00	0,27	0,00	0,03
S1-15-5-3-I-SIMILARIDADE	754	1445,22	0,25	0,00	0,92	754,00	0,45	0,00	0,00	754,00	0,57	0,00	0,00
S1-15-5-3-S-SIMILARIDADE	750	892,44	0,06	0,00	0,19	712,00	0,45	0,00	0,05	750,00	0,36	0,00	0,00
S1-5-10-1-I-SIMILARIDADE	2013	3275,80	0,13	0,00	0,63	2008,00	0,45	0,00	0,00	2008,00	0,61	0,00	0,00
S1-5-10-1-S-SIMILARIDADE	1160	1358,43	0,18	0,00	0,17	1082,00	0,51	0,00	0,07	1082,00	0,49	0,00	0,07
S1-5-10-2-I-SIMILARIDADE	1649	3207,11	0,21	0,00	0,94	1495,00	0,35	0,00	0,09	1532,00	0,37	0,00	0,07
S1-5-10-2-S-SIMILARIDADE	1370	1570,42	0,13	0,00	0,15	1323,00	0,38	0,00	0,03	1323,00	0,35	0,00	0,03
S1-5-10-3-I-SIMILARIDADE	1480	2819,72	0,15	0,00	0,91	1480,00	0,32	0,00	0,00	1480,00	0,47	0,00	0,00
S1-5-10-3-S-SIMILARIDADE	1035	1275,96	0,17	0,00	0,23	1008,00	0,56	0,00	0,03	1005,00	0,31	0,00	0,03
S1-10-10-1-I-SIMILARIDADE	1954	3078,66	0,20	0,00	0,58	1814,00	0,32	0,00	0,07	1919,00	0,81	0,00	0,02
S1-10-10-1-S-SIMILARIDADE	1098	1246,19	0,25	0,00	0,13	1060,00	0,42	0,00	0,03	1048,00	0,44	0,00	0,05
S1-10-10-2-I-SIMILARIDADE	2074	3447,29	0,14	0,00	0,66	2046,00	0,31	0,00	0,01	1951,00	0,42	0,00	0,06
S1-10-10-2-S-SIMILARIDADE	1321	1501,24	0,18	0,00	0,14	1293,00	0,42	0,00	0,02	1296,00	0,33	0,00	0,02
S1-10-10-3-I-SIMILARIDADE	1561	3265,78	0,43	0,00	1,09	657,00	1,62	0,00	0,58	1214,00	0,75	0,00	0,22
S1-10-10-3-S-SIMILARIDADE	1279	1515,63	0,24	0,00	0,19	1227,00	0,57	0,00	0,04	1239,00	0,28	0,00	0,03
S1-15-10-1-I-SIMILARIDADE	1798	3306,43	0,19	0,00	0,84	1538,00	0,51	0,00	0,14	1698,00	0,30	0,00	0,06
S1-15-10-1-S-SIMILARIDADE	1283	1445,47	0,34	0,00	0,13	1233,00	0,70	0,00	0,04	1233,00	0,38	0,00	0,04
S1-15-10-2-I-SIMILARIDADE	2067	3608,55	0,14	0,00	0,75	2025,00	0,34	0,00	0,02	2004,00	0,31	0,00	0,03
S1-15-10-2-S-SIMILARIDADE	1319	1561,01	0,21	0,00	0,18	1291,00	0,37	0,00	0,02	1278,00	0,68	0,00	0,03
S1-15-10-3-I-SIMILARIDADE	1909	3248,64	0,27	0,00	0,70	1909,00	0,41	0,00	0,00	1657,00	0,34	0,00	0,13
S1-15-10-3-S-SIMILARIDADE	1127	1364,39	0,30	0,00	0,21	1126,00	0,73	0,00	0,00	1115,00	0,58	0,00	0,01
S1-5-15-1-I-SIMILARIDADE	2765	4687,43	0,29	0,00	0,70	2638,00	0,42	0,00	0,05	2155,00	0,55	0,00	0,22
S1-5-15-1-S-SIMILARIDADE	1774	1981,78	0,21	0,00	0,12	1706,00	0,65	0,00	0,04	1726,00	1,00	0,00	0,03
S1-5-15-2-I-SIMILARIDADE	2254	4971,43	0,38	0,00	1,21	2173,00	0,45	0,00	0,04	2135,00	0,35	0,00	0,05
S1-5-15-2-S-SIMILARIDADE	1819	2105,11	0,26	0,00	0,16	1795,00	0,66	0,00	0,01	1786,00	0,48	0,00	0,02
S1-5-15-3-I-SIMILARIDADE	2120	4805,28	0,18	0,00	1,27	420,00	1,90	0,00	0,80	1718,00	0,81	0,00	0,19
S1-5-15-3-S-SIMILARIDADE	1774	2070,32	0,16	0,00	0,17	1745,00	0,29	0,00	0,02	1697,00	0,27	0,00	0,04
S1-10-15-1-I-SIMILARIDADE	3016	4692,37	0,16	0,00	0,56	2902,00	0,30	0,00	0,04	2299,00	0,38	0,00	0,24
S1-10-15-1-S-SIMILARIDADE	1745	1985,58	0,16	0,00	0,14	1705,00	0,38	0,00	0,02	1643,00	0,58	0,00	0,06
S1-10-15-2-I-SIMILARIDADE	3188	5369,14	0,16	0,00	0,68	2774,00	0,31	0,00	0,13	3054,00	0,42	0,00	0,04
S1-10-15-2-S-SIMILARIDADE	1698	1948,57	0,17	0,00	0,15	1662,00	0,27	0,00	0,02	1665,00	0,30	0,00	0,02

Instances	Objective value Similarity	Objective value	Time's	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time's	GAP %	Δ (2020)	Objective value	Time's	GAP%	Δ (2020)
L-10-5-3-I-SIMILARIDADE	78685	146639,46	6,50	0,00	0,86	78685,00	3,02	0,00	0,00	78685,00	5,00	0,00	0,00
L-10-5-3-S-SIMILARIDADE	70283	87695,13	3,27	0,00	0,25	70282,00	2,79	0,00	0,00	70282,00	2,37	0,00	0,00
L-15-5-1-I-SIMILARIDADE	107396	168232,75	4,26	0,00	0,57	107396,00	2,34	0,00	0,00	107396,00	2,50	0,00	0,00
L-15-5-1-S-SIMILARIDADE	66405	85894,06	3,67	0,00	0,29	56354,00	1,95	0,00	0,15	58139,00	1,64	0,00	0,12
L-15-5-2-I-SIMILARIDADE	103631	162301,36	3,83	0,00	0,57	103631,00	2,12	0,00	0,00	95963,00	2,08	0,00	0,07
L-15-5-2-S-SIMILARIDADE	78387	92289,87	3,50	0,00	0,18	78386,00	2,51	0,00	0,00	78386,00	2,72	0,00	0,00
L-15-5-3-I-SIMILARIDADE	97568	160327,89	4,29	0,00	0,64	97568,00	1,75	0,00	0,00	97568,00	1,48	0,00	0,00
L-15-5-3-S-SIMILARIDADE	76597	94324,78	3,66	0,00	0,23	76597,00	2,56	0,00	0,00	75291,00	2,55	0,00	0,02
L-5-10-1-I-SIMILARIDADE	199747	321147,73	8,38	0,00	0,61	191286,00	4,04	0,00	0,04	149499,00	2,81	0,00	0,25
L-5-10-1-S-SIMILARIDADE	114339	139096,24	6,48	0,00	0,22	107020,00	3,31	0,00	0,06	108879,00	3,69	0,00	0,05
L-5-10-2-I-SIMILARIDADE	202330	335275,53	7,34	0,00	0,66	186955,00	3,14	0,00	0,08	188747,00	3,35	0,00	0,07
L-5-10-2-S-SIMILARIDADE	114624	138256,31	6,60	0,00	0,21	114623,00	4,98	0,00	0,00	114623,00	4,42	0,00	0,00
L-5-10-3-I-SIMILARIDADE	147281	329347,06	7,93	0,00	1,24	147281,00	2,45	0,00	0,00	147281,00	2,45	0,00	0,00
L-5-10-3-S-SIMILARIDADE	116552	144989,40	7,78	0,00	0,24	116545,00	4,79	0,00	0,00	115115,00	3,52	0,00	0,01
L-10-10-1-I-SIMILARIDADE	206931	340503,65	9,48	0,00	0,65	202440,00	4,03	0,00	0,02	170988,00	3,42	0,00	0,17
L-10-10-1-S-SIMILARIDADE	117925	140974,01	7,86	0,00	0,20	117765,00	6,51	0,00	0,00	110997,00	4,88	0,00	0,06
L-10-10-2-I-SIMILARIDADE	195434	348969,46	6,53	0,00	0,79	191748,00	3,03	0,00	0,02	179360,00	2,71	0,00	0,08
L-10-10-2-S-SIMILARIDADE	127408	149272,81	6,58	0,00	0,17	127408,00	4,41	0,00	0,00	126106,00	4,40	0,00	0,01
L-10-10-3-I-SIMILARIDADE	83860	285422,12	8,02	0,00	2,40	31966,00	7,59	0,00	0,62	83860,00	5,43	0,00	0,00
L-10-10-3-S-SIMILARIDADE	113806	138572,12	6,64	0,00	0,22	108897,00	3,76	0,00	0,04	108897,00	3,74	0,00	0,04
L-15-10-1-I-SIMILARIDADE	218946	341557,36	7,88	0,00	0,56	209691,00	3,20	0,00	0,04	170705,00	2,46	0,00	0,22
L-15-10-1-S-SIMILARIDADE	124975	145996,87	6,26	0,00	0,17	124968,00	3,91	0,00	0,00	112632,00	3,48	0,00	0,10
L-15-10-2-I-SIMILARIDADE	225726	364208,26	6,86	0,00	0,61	217913,00	2,73	0,00	0,03	205559,00	2,67	0,00	0,09
L-15-10-2-S-SIMILARIDADE	118042	146281,69	6,37	0,00	0,24	116065,00	3,22	0,00	0,02	116363,00	3,76	0,00	0,01
L-15-10-3-I-SIMILARIDADE	119277	305696,23	7,73	0,00	1,56	119102,00	8,12	0,00	0,00	119102,00	8,25	0,00	0,00
L-15-10-3-S-SIMILARIDADE	122209	148327,38	6,22	0,00	0,21	121994,00	4,88	0,00	0,00	121491,00	4,39	0,00	0,01
L-5-15-1-I-SIMILARIDADE	305863	508001,72	10,38	0,00	0,66	295691,00	4,26	0,00	0,03	248033,00	3,47	0,00	0,19
L-5-15-1-S-SIMILARIDADE	165346	197900,24	9,64	0,00	0,20	155156,00	4,35	0,00	0,06	156793,00	4,68	0,00	0,05
L-5-15-2-I-SIMILARIDADE	256766	513039,09	10,18	0,00	1,00	251980,00	4,11	0,00	0,02	250250,00	3,97	0,00	0,03
L-5-15-2-S-SIMILARIDADE	172285	202478,49	9,52	0,00	0,18	171655,00	6,31	0,00	0,00	171822,00	6,94	0,00	0,00
L-5-15-3-I-SIMILARIDADE	224234	458990,17	10,89	0,00	1,05	188408,00	13,07	0,00	0,16	134791,00	17,82	0,00	0,40
L-5-15-3-S-SIMILARIDADE	155495	185644,68	11,88	0,00	0,19	147880,00	6,53	0,00	0,05	152004,00	6,93	0,00	0,02
L-10-15-1-I-SIMILARIDADE	266996	502554,00	12,06	0,00	0,88	248216,00	4,27	0,00	0,07	247217,00	5,42	0,00	0,07
L-10-15-1-S-SIMILARIDADE	165455	192357,10	9,88	0,00	0,16	159838,00	5,28	0,00	0,03	161549,00	5,84	0,00	0,02
L-10-15-2-I-SIMILARIDADE	312087	544145,11	10,23	0,00	0,74	288146,00	3,45	0,00	0,08	287226,00	3,72	0,00	0,08
L-10-15-2-S-SIMILARIDADE	166895	202899,10	9,33	0,00	0,22	166895,00	5,87	0,00	0,00	161961,00	6,43	0,00	0,03
L-10-15-3-I-SIMILARIDADE	258818	513891,37	11,34	0,00	0,99	242661,00	10,57	0,00	0,06	256303,00	8,29	0,00	0,01
L-10-15-3-S-SIMILARIDADE	165423	198740,01	9,86	0,00	0,20	160988,00	5,86	0,00	0,03	161931,00	4,80	0,00	0,02
L-15-15-1-I-SIMILARIDADE	322769	516260,72	11,80	0,00	0,60	279305,00	3,88	0,00	0,13	278989,00	3,73	0,00	0,14
L-15-15-1-S-SIMILARIDADE	163415	192566,81	9,67	0,00	0,18	155381,00	5,36	0,00	0,05	150533,00	4,62	0,00	0,08
L-15-15-2-I-SIMILARIDADE	309165	537929,07	9,96	0,00	0,74	279429,00	3,66	0,00	0,10	296045,00	3,80	0,00	0,04
L-15-15-2-S-SIMILARIDADE	179270	208429,52	10,24	0,00	0,16	179270,00	8,81	0,00	0,00	178461,00	6,31	0,00	0,00
L-15-15-3-I-SIMILARIDADE	283182	509006,16	10,57	0,00	0,80	269005,00	10,46	0,00	0,05	283179,00	4,23	0,00	0,00
L-15-15-3-S-SIMILARIDADE	165614	196538,34	9,53	0,00	0,19	165608,00	8,14	0,00	0,00	161924,00	6,34	0,00	0,02
Médias	33931	53540	1,72	0,00	57,27	32298,03	1,37	0,00	5,92	31693,75	1,28	0,00	5,31

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE E – RESULTADOS PARA MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2 SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 10 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 16 instâncias sem Canibalismo criado usando os critérios de CETIN E ALABAS-USLU (2015). Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados no Modelo 1, para esse conjunto de instâncias e para os demais modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, as heurísticas resolveram todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2.

Neste caso a heurística H-R2 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R1.

Tabela 10 - Resultados sem Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Cruz (2020)	Modelo 2 - (Cruz 2020)				H-R1 - Modelo 3 - (Cruz 2020)				H-R2 - Modelo 4 - (Cruz 2020)			
	Objetive value Model 1	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)
XL-15k-10-10-s	180278	201067,72	3,32	0,00	0,12	180166,00	12,75	0,00	0,00	180277,00	7,87	0,00	0,00
XL-15k-10-20-s	295051	322523,99	4,86	0,00	0,09	287665,00	18,46	0,00	0,03	288771,00	14,64	0,00	0,02
XL-15k-10-30-s	446945	464643,88	4,64	0,00	0,04	438857,00	38,25	0,00	0,02	439919,00	47,48	0,00	0,02
XL-15k-10-40-s	577276	614324,57	6,14	0,00	0,06	553868,00	51,38	0,00	0,04	571302,00	84,52	0,00	0,01
XL-15k-10-50-s	709650	736092,02	12,86	0,00	0,04	687957,00	60,27	0,00	0,03	700084,00	151,82	0,00	0,01
XL-20k-10-10-s	249607	273504,73	7,12	0,00	0,10	249603,00	21,47	0,00	0,00	249607,00	15,35	0,00	0,00
XL-20k-10-20-s	439203	470148,24	9,01	0,00	0,07	428277,00	42,76	0,00	0,02	439202,00	48,83	0,00	0,00
XL-20k-10-30-s	582853	622525,97	8,15	0,00	0,07	575724,00	59,48	0,00	0,01	577477,00	56,74	0,00	0,01
XL-20k-10-40-s	766866	795387,55	25,10	0,00	0,04	736793,00	109,07	0,00	0,04	747891,00	402,89	0,00	0,02
XL-20k-10-50-s	961701	1001832,15	23,60	0,00	0,04	914037,00	83,90	0,00	0,05	954738,00	436,90	0,00	0,01
XL-40k-10-5-s	268082	308644,05	4,33	0,00	0,15	253405,00	18,93	0,00	0,05	268082,00	11,46	0,00	0,00
XL-40k-10-10-s	471573	538705,06	13,79	0,00	0,14	471572,00	34,07	0,00	0,00	466921,00	25,67	0,00	0,01
XL-40k-10-15-s	650336	728941,18	17,01	0,00	0,12	640354,00	67,58	0,00	0,02	623352,00	43,34	0,00	0,04
XL-40k-10-40-s	1493417	1578826,15	41,57	0,00	0,06	140122,00	301,15	0,00	0,91	147923,00	571,35	0,00	0,90
XL-50k-15-15-l	833092	929654,36	12,71	0,00	0,12	811472,00	93,44	0,00	0,03	817143,00	58,82	0,00	0,02
XL-100k-15-15-l	1709029	1855045,93	32,05	0,00	0,09	1669952,00	276,03	0,00	0,02	1680323,00	146,86	0,00	0,02
Médias	664685	715117	14,14	0,00	8,35	564989,00	80,56	0,00	7,91	572063,25	132,78	0,00	6,81

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE F – RESULTADOS PARA MODELO 1 E META-HEURÍSTICA TABU GRASP SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 11 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 16 instâncias sem Canibalismo, criado usando os critérios de SOUZA (2018). Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 11 - Resultados sem Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

	Método Exato - Cruz (2020)	Tabu GRASP - (Cruz 2020)		
Instances	Objective value Model 1	Objective value Tabu GRASP	Time/s Tabu GRASP	Δ (2020)
XL-15k-10-10-s	180278	143217,00	5812,00	0,21
XL-15k-10-20-s	295051	250957,00	5681,00	0,15
XL-15k-10-30-s	446945	376295,00	5142,00	0,16
XL-15k-10-40-s	577276	471355,00	4342,00	0,18
XL-15k-10-50-s	709650	585265,00	5570,00	0,18
XL-20k-10-10-s	249607	199394,00	4569,00	0,20
XL-20k-10-20-s	439203	361233,00	4165,00	0,18
XL-20k-10-30-s	582853	482006,00	5187,00	0,17
XL-20k-10-40-s	766866	631644,00	5640,00	0,18
XL-20k-10-50-s	961701	796710,00	4127,00	0,17
XL-40k-10-5-s	268082	232878,00	3980,00	0,13
XL-40k-10-10-s	471573	399857,00	4286,00	0,15
XL-40k-10-15-s	650336	542765,00	4569,00	0,17
XL-40k-10-40-s	1493417	1159016,00	5220,00	0,22
XL-50k-15-15-l	833092	698974,00	4094,00	0,16
XL-100k-15-15-l	1709029	1388343,00	3955,00	0,19
Médias	664685	544994	4771,19	17,46

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE G - RESULTADOS PARA MODELO 1, MODELO 2 E HEURÍSTICAS H-R1 E H-R2 COM CANNIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 12 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 16 instâncias com Cannibalismo. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, as heurísticas resolveram todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2.

Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 12 - Resultados com Cannibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Método Exato - Cannibalismo Cruz (2020)			Modelo 2 - Cannibalismo - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cannibalismo - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cannibalismo - Cruz (2020)			
	Objective value Model 1	Time/s Model 1	GAP %	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP% Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism
XL-15k-10-10-s-CAN	176614,00	436,00	0,00	201067,72	5,04	0,00	0,14	162088,00	3,60	0,00	0,08	162088,00	3,62	0,00	0,08
XL-15k-10-20-s-CAN	292637,00	4194,95	0,00	322523,99	9,82	0,00	0,10	273198,00	7,25	0,00	0,07	274261,00	7,13	0,00	0,06
XL-15k-10-30-s-CAN	479783,29	11576,53	0,00	464643,88	22,30	0,00	-0,03	428283,00	21,97	0,00	0,11	429204,00	21,83	0,00	0,11
XL-15k-10-40-s-CAN	566343,00	93625,30	0,01	614324,57	26,56	0,00	0,08	548156,00	21,94	0,00	0,03	548321,00	25,32	0,00	0,03
XL-15k-10-50-s-CAN	701065,00	42038,25	0,00	736092,02	34,78	0,00	0,05	671483,00	38,08	0,00	0,04	664232,00	38,23	0,00	0,05
XL-20k-10-10-s-CAN	234986,00	861,23	0,00	273504,73	10,24	0,00	0,16	234092,00	15,42	0,00	0,00	234092,00	11,24	0,00	0,00
XL-20k-10-20-s-CAN	438335,00	4375,83	0,00	470148,24	23,65	0,00	0,07	438105,00	16,73	0,00	0,00	438105,00	17,40	0,00	0,00
XL-20k-10-30-s-CAN	563963,00	144303,23	0,00	622525,97	27,68	0,00	0,10	526589,00	21,27	0,00	0,07	529550,00	25,22	0,00	0,06
XL-20k-10-40-s-CAN	754318,00	68366,14	0,00	795387,55	47,08	0,00	0,05	754306,00	43,00	0,00	0,00	727554,00	83,34	0,00	0,04
XL-20k-10-50-s-CAN	952861,00	133474,02	0,00	100183,21	44,15	0,00	-0,89	921385,00	52,41	0,00	0,03	924046,00	114,22	0,00	0,03
XL-40k-10-5-s-CAN	268082,00	574,75	0,00	308644,05	13,28	0,00	0,15	253405,00	23,32	0,00	0,05	268081,00	7,90	0,00	0,00
XL-40k-10-10-s-CAN	471573,00	4537,50	0,00	538705,06	45,12	0,00	0,14	438131,00	33,33	0,00	0,07	412579,00	24,47	0,00	0,13
XL-40k-10-15-s-CAN	626410,00	188642,83	0,00	728941,18	62,40	0,00	0,16	599190,00	44,77	0,00	0,04	592457,00	30,11	0,00	0,05
XL-40k-10-40-s-CAN	1476909,00	338276,88	0,00	157882,61	127,04	0,00	-0,89	145163,81	126,89	0,00	0,90	143780,61	91,88	0,00	0,90
XL-50k-15-15+CAN	833085,00	34790,33	0,00	929654,36	38,38	0,00	0,12	786903,00	31,09	0,00	0,06	796071,00	31,78	0,00	0,04
XL-100k-15-15+CAN	1678548,00	84504,53	0,00	185504,59	113,18	0,00	-0,89	157771,21	78,62	0,00	0,91	161448,41	60,22	0,00	0,90
Médias	657220	72161,14	0,00	465608	40,67	0,00	8,54	458640,56	36,23	0,00	15,41	456616,88	37,12	0,00	15,60

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE H - RESULTADOS PARA MODELO 1 E META-HEURÍSTICA TABU GRASP COM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 13 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 16 instâncias com Canibalismo criado usando os critérios de SOUZA (2018). Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias, foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a meta-heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 13 - Resultados com Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Objective value Model 1	Objective value Cannibalism GRASP Tabu	Time/s Cannibalism GRASP Tabu	Δ (2020)
XL-15k-10-10-s	176614,00	132923,00	5024,00	0,25
XL-15k-10-20-s	292637,00	224821,00	5663,00	0,23
XL-15k-10-30-s	479783,29	343359,00	4532,00	0,28
XL-15k-10-40-s	566343,00	455891,00	5234,00	0,20
XL-15k-10-50-s	701065,00	560478,00	4748,00	0,20
XL-20k-10-10-s	234986,00	186298,00	4594,00	0,21
XL-20k-10-20-s	438335,00	344894,00	4509,00	0,21
XL-20k-10-30-s	563963,00	413753,00	4692,00	0,27
XL-20k-10-40-s	754318,00	624666,00	4246,00	0,17
XL-20k-10-50-s	952861,00	728128,00	4441,00	0,24
XL-40k-10-5-s	268082,00	207190,00	4422,00	0,23
XL-40k-10-10-s	471573,00	376283,00	4265,00	0,20
XL-40k-10-15-s	626410,00	454693,00	4221,00	0,27
XL-40k-10-40-s	1476909,00	1124449,00	4565,00	0,24
XL-50k-15-15-l	833085,00	677511,00	4626,00	0,19
XL-100k-15-15-l	1678548,00	1268300,00	4092,00	0,24
Médias	657220	507727	4617,13	22,67

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE I - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 14 apresenta as soluções para as 16 instâncias de grande porte com critério de Dissimilaridade. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Os valores em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Para esse conjunto de dados, as heurísticas resolveram todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 14 - Resultados Dissimilaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instâncias	Método Exato - Cruz (2020)			Modelo 2 - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cruz (2020)			
	Objetive value Model 1	Time/s Dissimilarity	GAP % Time/s Dissimilarity	Objetive value Dissimilarity	Time/s Dissimilarity	GAP % Similarity	Δ (2020) Dissimilarity	Objetive Value Dissimilarity	Time/s Dissimilarity	GAP % Dissimilarity	Δ (2020) Dissimilarity	Objetive value Dissimilarity	Time/s Dissimilarity	GAP% Dissimilarity	Δ (2020) Dissimilarity
XL-15k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	170807,00	1258,99	0,00	201067,72	27,53	0,00	0,18	159708,00	6,72	0,00	0,06	162994,00	4,87	0,00	0,05
XL-15k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	274788,00	27902,55	0,00	322523,99	10,66	0,00	0,17	267330,00	11,03	0,00	0,03	249362,00	12,65	0,00	0,09
XL-15k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	410103,00	57591,70	0,00	464643,88	25,24	0,00	0,13	406850,00	24,14	0,00	0,01	388275,00	43,69	0,00	0,05
XL-15k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	528680,00	393827,11	0,04	614324,57	29,28	0,00	0,16	519163,00	28,00	0,00	0,02	477801,00	62,05	0,00	0,10
XL-15k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	630726,00	177796,99	0,00	736092,02	38,15	0,00	0,17	616491,00	28,98	0,00	0,02	585418,00	93,57	0,00	0,07
XL-20k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	236695,00	958,83	0,00	273504,73	9,70	0,00	0,16	235086,00	8,52	0,00	0,01	230154,00	6,95	0,00	0,03
XL-20k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	407483,00	42742,27	0,00	470148,24	22,06	0,00	0,15	406643,00	23,58	0,00	0,00	370232,00	28,76	0,00	0,09
XL-20k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	557738,00	71198,27	0,00	622525,97	87,64	0,00	0,12	538343,00	64,55	0,00	0,03	485798,00	92,88	0,00	0,13
XL-20k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	657471,00	45734,36	0,00	795387,55	44,15	0,00	0,21	656128,00	64,22	0,00	0,00	592641,00	175,16	0,00	0,10
XL-20k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	858695,00	694638,83	0,01	100183,21	49,64	0,00	-0,88	854102,00	48,60	0,00	0,01	792655,00	141,11	0,00	0,08
XL-40k-10-5-s-DISSIMILARIDADE	253404,00	663,95	0,00	308644,05	30,65	0,00	0,22	239031,00	13,99	0,00	0,06	239031,00	13,25	0,00	0,06
XL-40k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	462865,00	5173,63	0,00	538705,06	24,38	0,00	0,16	448175,00	16,71	0,00	0,03	462844,00	20,57	0,00	0,00
XL-40k-10-15-s-DISSIMILARIDADE	640869,00	19272,84	0,00	728941,18	77,00	0,00	0,14	630178,00	122,25	0,00	0,02	625263,00	172,96	0,00	0,02
XL-40k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	1371648,00	674203,12	0,00	157882,61	93,78	0,00	-0,89	136251,00	87,77	0,00	0,90	126828,00	254,98	0,00	0,91
XL-50k-15-15-s-DISSIMILARIDADE	796654,00	17309,92	0,00	929654,36	36,84	0,00	0,17	796044,00	39,99	0,00	0,00	780274,00	33,16	0,00	0,02
XL-100k-15-15-s-DISSIMILARIDADE	1649822,00	53636,16	0,00	185504,59	125,18	0,00	-0,89	161569,00	85,18	0,00	0,90	164979,00	76,90	0,00	0,90
	619278,00	142744,35	0,00	465608	45,74	0,00	3,26	441943,25	42,14	0,00	13,13	420909,31	77,09	0,00	16,83

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE J -RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 15 apresenta as soluções para as 16 instâncias de grande porte com critério de Similaridade. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são obtidos pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Os valores em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Para esse conjunto de dados, as heurísticas resolveram todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 15 - Resultados Similaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Método Exato - Cruz (2020)			Modelo 2 - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cruz (2020)			
	Objetive value Model 1	Time/s Similarity	GAP % Time/s Similarity	Objetive value Similarity	Time/s Similarity	GAP % Similarity	Δ (2019) Similarity	Objetive Value Similarity	Time/s Similarity	GAP % Similarity	Δ (2019) Similarity	Objetive value Similarity	Time/s Similarity	GAP% Similarity	Δ (2019) Similarity
XL-15k-10-10-s-SIMILARIDADE	176210,00	470,48	0,00	201067,72	5,67	0,00	0,14	161492,00	4,23	0,00	0,08	161492,00	4,03	0,00	0,08
XL-15k-10-20-s-SIMILARIDADE	267951,00	5641,25	0,00	322523,99	10,63	0,00	0,20	256935,00	10,73	0,00	0,04	237399,00	12,29	0,00	0,11
XL-15k-10-30-s-SIMILARIDADE	388177,00	5197,22	0,00	464643,88	25,48	0,00	0,20	371924,00	18,51	0,00	0,04	349092,00	52,85	0,00	0,10
XL-15k-10-40-s-SIMILARIDADE	520840,00	382579,73	0,01	614324,57	29,39	0,00	0,18	498676,00	22,05	0,00	0,04	430422,00	67,67	0,00	0,17
XL-15k-10-50-s-SIMILARIDADE	615456,00	186483,19	0,00	736092,02	38,20	0,00	0,20	600191,00	29,25	0,00	0,02	566403,00	92,39	0,00	0,08
XL-20k-10-10-s-SIMILARIDADE	235154,00	1133,03	0,00	273504,73	9,53	0,00	0,16	225169,00	5,41	0,00	0,04	225169,00	5,98	0,00	0,04
XL-20k-10-20-s-SIMILARIDADE	401003,00	9535,64	0,00	470148,24	17,86	0,00	0,17	396085,00	20,42	0,00	0,01	345642,00	28,05	0,00	0,14
XL-20k-10-30-s-SIMILARIDADE	559220,00	46453,11	0,00	622525,97	119,31	0,00	0,11	526145,00	80,40	0,00	0,06	492576,00	123,85	0,00	0,12
XL-20k-10-40-s-SIMILARIDADE	619292,00	30451,94	0,00	795387,55	71,58	0,00	0,28	617115,00	66,73	0,00	0,00	534752,00	148,76	0,00	0,14
XL-20k-10-50-s-SIMILARIDADE	813407,00	393491,03	0,00	100183,21	44,34	0,00	-0,89	788820,00	38,09	0,00	0,16	691813,00	177,53	0,00	0,26
XL-40k-10-5-s-SIMILARIDADE	253404,00	14682,13	0,00	308644,05	12,27	0,00	0,22	239031,00	12,79	0,00	0,06	239031,00	13,29	0,00	0,06
XL-40k-10-10-s-SIMILARIDADE	459294,00	4903,06	0,00	538705,06	24,33	0,00	0,17	432229,00	16,67	0,00	0,06	432229,00	17,60	0,00	0,06
XL-40k-10-15-s-SIMILARIDADE	640869,00	19513,06	0,00	728941,18	81,06	0,00	0,14	630178,00	105,71	0,00	0,02	625263,00	110,53	0,00	0,02
XL-40k-10-40-s-SIMILARIDADE	1309631,00	414434,42	0,00	157882,61	109,13	0,00	-0,88	126021,36	84,43	0,00	0,90	111496,00	287,93	0,00	0,91
XL-50k-15-15-f-SIMILARIDADE	781343,00	16863,34	0,00	929654,36	39,76	0,00	0,19	781286,00	34,94	0,00	0,00	750881,00	29,62	0,00	0,04
XL-100k-15-15-f-SIMILARIDADE	1603249,00	61273,99	0,00	185504,59	132,19	0,00	-0,88	146669,00	107,65	0,00	0,91	152252,00	73,59	0,00	0,91
	602781	99569,16	0,00	465608	48,17	0,00	1,80	424872,90	41,13	0,00	14,54	396619,50	77,87	0,00	16,60

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE K - RESULTADOS TABU GRASP DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 16 apresenta as soluções para as 16 instâncias de grande porte com critério de Dissimilaridade. Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 16 - Resultados Dissimilaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Método Exato - Cruz (2020)	Dissimilaridade GRASP Tabu - Cruz (2020)		
	Objective value Model 1	Objective value GRASP Tabu Dissimilarity	Time/s GRASP Tabu Dissimilarity	Δ (2020) GRASP Tabu Dissimilarity
XL-15k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	170807,00	141692,00	4117,00	0,17
XL-15k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	274788,00	217785,00	4181,00	0,21
XL-15k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	410103,00	323957,00	4177,00	0,21
XL-15k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	528680,00	413295,00	3933,00	0,22
XL-15k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	630726,00	486572,00	4977,00	0,23
XL-20k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	236695,00	185806,00	4003,00	0,21
XL-20k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	407483,00	319295,00	4374,00	0,22
XL-20k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	557738,00	412976,00	4026,00	0,26
XL-20k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	657471,00	511307,00	4167,00	0,22
XL-20k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	858695,00	655812,00	3967,00	0,24
XL-40k-10-5-s-DISSIMILARIDADE	253404,00	201866,00	3914,00	0,20
XL-40k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	462865,00	376034,00	4058,00	0,19
XL-40k-10-15-s-DISSIMILARIDADE	640869,00	477666,00	4129,00	0,25
XL-40k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	1371648,00	1079228,00	5373,00	0,22
XL-50k-15-15-I-DISSIMILARIDADE	796654,00	618009,00	4308,00	0,22
XL-100k-15-15-I-DISSIMILARIDADE	1649822,00	1315566,00	3990,00	0,20
	620059	483554,13	4230,88	21,69

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE L - RESULTADOS TABU GRASP SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS DE GRANDE PORTE

A Tabela 17 apresenta as soluções para as 16 instâncias de grande porte, com critério de Similaridade. Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 17 - Resultados Similaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Método Exato Cruz (2020)	Similaridade GRASP Tabu - Cruz (2020)		
	Objetive value Model 1	Objetive value GRASP Tabu Similarity	Time/s GRASP Tabu Similarity	Δ (2020) GRASP Tabu Similarity
XL-15k-10-10-s-SIMILARIDADE	176210,00	132419,00	4392,00	0,25
XL-15k-10-20-s-SIMILARIDADE	267951,00	208011,00	4634,00	0,22
XL-15k-10-30-s-SIMILARIDADE	388177,00	272590,00	5284,00	0,30
XL-15k-10-40-s-SIMILARIDADE	520840,00	374944,00	5307,00	0,28
XL-15k-10-50-s-SIMILARIDADE	615456,00	488250,00	6008,00	0,21
XL-20k-10-10-s-SIMILARIDADE	235154,00	183130,00	4002,00	0,22
XL-20k-10-20-s-SIMILARIDADE	401003,00	320758,00	4558,00	0,20
XL-20k-10-30-s-SIMILARIDADE	559220,00	412221,00	3971,00	0,26
XL-20k-10-40-s-SIMILARIDADE	619292,00	486654,00	4058,00	0,21
XL-20k-10-50-s-SIMILARIDADE	935802,00	588878,00	4302,00	0,37
XL-40k-10-5-s-SIMILARIDADE	253404,00	201877,00	3914,00	0,20
XL-40k-10-10-s-SIMILARIDADE	459294,00	298352,00	3953,00	0,35
XL-40k-10-15-s-SIMILARIDADE	640869,00	477650,00	4075,00	0,25
XL-40k-10-40-s-SIMILARIDADE	1309631,00	906160,00	4382,00	0,31
XL-50k-15-15-l-SIMILARIDADE	781343,00	580500,00	4253,00	0,26
XL-100k-15-15-l-SIMILARIDADE	1603249,00	1218817,00	4039,00	0,24
	602781,00	446950,69	4445,75	25,28

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE M - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 18 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 18 instâncias Estratificadas sem o efeito de Canibalismo. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística H-R1 não conseguiu resolver 1 instância estratificada e a heurística H-R2 não resolveu 9 instâncias estratificadas, apresentando infactibilidade nas soluções.

Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 18 - Resultados sem Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instances	Método Exato - Cruz (2020)			Modelo 2 - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cruz (2020)			
	Objetive value Model 1	Time/s	GAP %	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP %	Δ (2020)	Objetive value	Time/s	GAP%	Δ (2020)
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35	2187,00	1,70	0,00	2269,74	0,09	0,00	0,04	2187,00	3,20	0,00	0,00	346,00	0,29	0,00	0,84
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35	183906,00	1225,63	0,01	201918,28	3,13	0,00	0,10	169137,00	3,70	0,00	0,08	75684,99	1,38	0,00	0,59
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35	76789,00	3836,52	0,01	82536,70	6,03	0,00	0,07	76789,00	21,87	0,00	0,00	33482,00	6,87	0,00	0,56
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35	42210,00	162,25	0,00	45186,52	2,76	0,00	0,07	34684,00	7,86	0,00	0,18	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35	61412,00	221,89	0,00	68426,17	3,65	0,00	0,11	61412,00	10,17	0,00	0,00	25056,00	8,30	0,00	0,59
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35	91334,00	320,20	0,00	94821,08	2,97	0,00	0,04	42737,00	17,73	0,00	0,53	42946,00	5,30	0,00	0,53
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35	101695,00	337,64	0,01	109256,31	4,79	0,00	0,07	90186,00	15,54	0,00	0,11	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35	74077,00	271,91	0,00	80312,03	3,55	0,00	0,08	46795,00	12,86	0,00	0,37	62424,00	5,68	0,00	0,16
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35	18575,00	34,84	0,00	24051,61	1,86	0,00	0,29	17964,00	10,49	0,00	0,03	14892,00	6,77	0,00	0,20
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35	6620,00	98,16	0,00	11919,19	1,76	0,00	0,80	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				6620,00	4,73	0,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35	62535,00	182,22	0,00	68189,45	2,69	0,00	0,09	42464,00	11,13	0,00	0,32	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35	69676,00	660,23	0,01	82097,72	6,02	0,00	0,18	60539,00	6,31	0,00	0,13	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35	48842,00	323,72	0,00	65577,93	6,86	0,00	0,34	41832,00	8,81	0,00	0,14	25273,00	4,84	0,00	0,48
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35	53601,00	273,13	0,01	65265,71	1,57	0,00	0,22	53025,00	15,93	0,00	0,01	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35	73440,00	97,39	0,00	74149,58	1,89	0,00	0,01	54426,00	11,52	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35	29214,00	265,69	0,01	38486,07	2,64	0,00	0,32	29212,99	10,82	0,00	0,00	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35	84283,00	296,00	0,00	93781,41	7,67	0,00	0,11	54875,00	8,99	0,00	0,35	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35	47441,00	192,84	0,01	52737,08	2,03	0,00	0,11	34474,00	8,96	0,00	0,27	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
Médias	62658	489,00	0,00	70055	3,44	0,00	17,04	53690,53	10,93	0,00	21,07	31858,22	4,91	0,00	71,97

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE N - RESULTADOS TABU GRASP SEM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 19 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 18 instâncias Estratificadas sem o efeito de Canibalismo. Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 19 - Resultados sem Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Método Exato - Cruz (2020)	Tabu GRASP - Cruz (2020)		
	Objective value Model 1	Objective value Tabu GRASP	Time/s Tabu GRASP	Δ (2020)
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35	2187,00	1978,00	0,00	0,10
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35	183906,00	169912,00	4439,00	0,08
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35	76789,00	56520,00	5014,00	0,26
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35	42210,00	26878,00	4311,00	0,36
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35	61412,00	59249,00	4479,00	0,04
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35	91334,00	86210,00	4495,00	0,06
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35	101695,00	96019,00	587,00	0,06
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35	74077,00	65245,00	371,00	0,12
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35	18575,00	18575,00	534,00	0,00
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35	6620,00	6620,00	168,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35	62535,00	41287,00	4195,00	0,34
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35	69676,00	52621,00	4672,00	0,24
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35	48842,00	29887,00	959,00	0,39
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35	53601,00	53586,00	50,00	0,00
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35	73440,00	42354,00	541,00	0,42
EST-15K-10-10-10-10-15-40-35	29214,00	27846,00	346,00	0,05
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35	84283,00	77977,00	4337,00	0,07
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35	47441,00	47441,00	570,00	0,00
Médias	62658	53345	2226,00	14,35

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE O - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 COM CANNIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 20 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 18 instâncias Estratificadas com o efeito de Canibalismo. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística H-R1 não conseguiu resolver 1 instância estratificada com Canibalismo e a heurística H-R2 não resolveu 9 instâncias estratificadas com Canibalismo, apresentando infactibilidade nas soluções.

Os valores destacados em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 20 - Resultados com Canibalismo para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instancias	Método Exato - Cruz (2020)			Modelo 2 - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cruz (2020)			
	Objective value Model 1	Time/s	GAP%	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s Cannibalism	GAP % Cannibalism	Δ (2020) Cannibalism	Objective value Cannibalism	Time/s	GAP %	Δ (2020)
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-CAN	2020,00	0,42	0,00	2269,74	17,42	0,00	0,12	2020,00	2,51	0,00	0,00	346,00	0,71	0,00	0,83
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-CAN	176762,00	20077,33	0,01	201918,00	7,15	0,00	0,14	32745,00	0,20	0,00	0,81	32748,00	0,27	0,00	0,81
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-CAN	76789,00	10575,00	0,01	82536,70	8,49	0,00	0,07	70705,00	6,20	0,00	0,08	33481,99	7,54	0,00	0,56
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-CAN	42209,00	173,75	0,00	45186,52	6,07	0,00	0,07	34684,00	7,20	0,00	0,18	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-CAN	61412,00	95,26	0,00	68426,17	7,23	0,00	0,11	61412,00	5,77	0,00	0,00	25056,00	7,05	0,00	0,59
EST-15K-10-10-6-6-10-15-40-35-CAN	60903,00	302,01	0,00	94821,08	6,71	0,00	0,56	33234,00	9,83	0,00	0,45	42946,00	3,14	0,00	0,29
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-CAN	101689,00	1373,25	0,01	109256,31	7,66	0,00	0,07	101694,00	8,68	0,00	0,00	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-CAN	62424,00	41,59	0,00	80312,03	6,48	0,00	0,29	35611,00	6,71	0,00	0,43	62424,00	3,58	0,00	0,00
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-CAN	18575,00	23,28	0,00	24051,61	5,89	0,00	0,29	17964,00	10,78	0,00	0,03	14892,00	8,58	0,00	0,20
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-CAN	6620,00	28,48	0,00	11919,19	5,37	0,00	0,80	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				6620,00	2,33	0,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-CAN	49486,00	39,61	0,00	68189,45	5,84	0,00	0,38	36577,00	7,76	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-CAN	69676,00	114,17	0,01	82097,72	8,15	0,00	0,18	60539,00	5,77	0,00	0,13	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-CAN	48842,00	103,36	0,00	65577,93	9,01	0,00	0,34	41832,00	6,73	0,00	0,14	25274,00	4,06	0,00	0,48
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-CAN	53601,00	74,59	0,01	65265,71	5,04	0,00	0,22	39074,00	9,10	0,00	0,27	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-CAN	73440,00	29,22	0,00	74149,58	5,18	0,00	0,01	54426,00	10,06	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-CAN	29212,00	90,31	0,01	38486,07	5,80	0,00	0,32	29213,00	8,66	0,00	0,00	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-CAN	65951,00	43,58	0,00	93781,41	31,22	0,00	0,42	45586,00	8,63	0,00	0,31	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-CAN	47441,00	32,44	0,01	52737,08	5,93	0,00	0,11	23493,00	5,30	0,00	0,50	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
Médias	58170	1845,43	0,00	70055	8,59	0,00	25,10	42400,53	7,05	0,00	27,04	27087,55	4,14	0,00	70,97

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE P - RESULTADOS TABU GRASP COM CANIBALISMO PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 21 apresenta as soluções para o novo conjunto de dados com 18 instâncias Estratificadas com o efeito de Canibalismo. Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 21 - Resultados com Canibalismo para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Método Exato - Cruz (2020)	Canibalismo Tabu GRASP - Cruz (2020)		
	Objective value Model 1	Objective value Cannibalism Tabu GRASP	Time/s Cannibalism GRASP Tabu	Δ (2020) Cannibalism
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-CAN	2020,00	1907,00	0,00	0,06
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-CAN	176762,00	153977,00	976,00	0,13
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-CAN	76789,00	61736,00	4661,00	0,20
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-CAN	42209,00	40844,00	377,00	0,03
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-CAN	61412,00	59249,00	4623,00	0,04
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-CAN	60903,00	54083,00	5033,00	0,11
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-CAN	101689,00	96019,00	630,00	0,06
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-CAN	62424,00	62424,00	354,00	0,00
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-CAN	18575,00	18575,00	494,00	0,00
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-CAN	6620,00	6620,00	178,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-CAN	49486,00	49483,00	306,00	0,00
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-CAN	69676,00	52621,00	4641,00	0,24
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-CAN	48842,00	42354,00	533,00	0,13
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-CAN	53601,00	53591,00	419,00	0,00
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-CAN	73440,00	42354,00	554,00	0,42
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-CAN	29212,00	27846,00	313,00	0,05
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-CAN	65951,00	65951,00	433,00	0,00
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-CAN	47441,00	47441,00	560,00	0,00
Médias	58170	52060	1393,61	8,13

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE Q – RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 22 apresenta as soluções para as 18 instâncias estratificadas com critério de Dissimilaridade. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e Heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para essa dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística H-R1 não conseguiu resolver 1 instância estratificada com critério de Dissimilaridade e a heurística H-R2 não resolveu 9 instâncias estratificadas com critério de Dissimilaridade, apresentando infactibilidade nas soluções.

Os valores destacados em azul, significam que o valor da solução daquela instância é o mesmo das instâncias sem Canibalismo, pois estas não formaram pares canibais.

Os valores em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 22 - Resultados Dissimilaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instâncias	Método Exato - Cruz (2020)			Modelo 2 - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cruz (2020)			
	Objective value Model 1	Time/s Dissimilarity	GAP % Dissimilarity	Objective value Dissimilarity	Time/s Dissimilarity	GAP % Dissimilarity	Δ (2020) Dissimilarity	Objective value Dissimilarity	Time/s Dissimilarity	GAP % Dissimilarity	Δ (2020) Dissimilarity	Objective value Dissimilarity	Time/s Dissimilarity	GAP % Dissimilarity	Δ (2020) Dissimilarity
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	1769,00	0,56	0,00	2269,74	0,38	0,00	0,25	1580,00	0,81	0,00	0,00	346,00	0,55	0,00	0,80
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	178743,00	244,95	0,01	201918,28	12,39	0,00	0,18	134438,00	2,46	0,00	0,00	75684,00	1,15	0,00	0,58
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	64263,00	272,13	0,00	82536,70	45,94	0,00	0,23	47480,00	21,12	0,00	0,03	33482,00	12,50	0,00	0,48
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	40844,00	29,00	0,00	45186,52	12,71	0,00	0,11	34166,00	15,56	0,00	0,16	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	40984,00	5010,14	0,00	68426,17	12,77	0,00	0,67	40984,00	14,10	0,00	0,00	19989,00	13,91	0,00	0,51
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	87958,00	83,75	0,00	94821,08	14,25	0,00	0,08	40402,00	15,10	0,00	0,54	42946,00	12,47	0,00	0,51
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	96067,00	104,19	0,00	109256,31	11,18	0,00	0,31	83043,00	14,41	0,00	0,17	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	62424,00	62,24	0,00	80312,03	13,62	0,00	0,29	35611,00	18,99	0,00	0,43	62424,00	9,55	0,00	0,00
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	18575,00	34,84	0,00	24051,61	1,86	0,00	0,29	17964,00	10,49	0,00	0,03	14892,00	8,58	0,00	0,20
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	6620,00	98,16	0,00	11919,19	1,76	0,00	0,80	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				6620,00	2,33	0,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	49486,00	89,05	0,00	68189,45	10,28	0,00	0,38	36577,00	18,07	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	68631,00	160,67	0,00	82097,72	13,72	0,00	0,40	65361,00	16,03	0,00	0,19	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	42356,00	90,88	0,00	65577,93	14,94	0,00	0,55	27845,00	7,89	0,00	0,34	25274,00	6,52	0,00	0,40
EST-15K-10-10-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	27905,00	215,75	0,01	65265,71	9,84	0,00	1,34	27332,00	13,93	0,00	0,02	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	73440,00	97,39	0,00	74149,58	1,89	0,00	0,01	54426,00	10,06	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	27847,00	91,83	0,01	38486,07	12,00	0,00	0,38	27847,00	9,49	0,00	0,00	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	84283,00	296,00	0,00	93781,41	7,67	0,00	0,11	54875,00	8,99	0,00	0,35	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	47441,00	192,84	0,01	52737,08	2,03	0,00	0,11	34474,00	8,96	0,00	0,27	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
	56646	398,58	0,00	70055	11,07	0,00	35,97	44965,00	12,14	0,00	22,57	31295,22	7,51	0,00	69,36

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE R - RESULTADOS MODELO 1, MODELO 2, H-R1 E H-R2 SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 23 apresenta as soluções para as 18 instâncias estratificadas com critério de Similaridade. Todas foram executadas no Modelo 1, Modelo 2 e Heurísticas H-R1 e H-R2.

Os valores da função objetivo usados para todos os modelos citados, foram calculados para esta dissertação. O GAP e o tempo de execução são informados pelo solver. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18).

Para esse conjunto de dados, a heurística H-R1 não conseguiu resolver 1 instância estratificada com critério de Similaridade e a heurística H-R2 não resolveu 9 instâncias estratificadas com critério Similares apresentando infactibilidade nas soluções.

Os valores destacados em azul, significam que o valor da solução daquela instância é o mesmo das instâncias sem Canibalismo, pois estas não formaram pares canibais.

Os valores em negrito, significam que o valor da solução daquela instância é melhor quando comparado entre as heurísticas H-R1 e H-R2. Neste caso a heurística H-R1 apresenta melhor $\Delta\%$ que H-R2.

Tabela 23 - Resultados Similaridade para Modelo 1, Modelo 2 e heurísticas H-R1 e H-R2.

Instâncias	Método Exato - Cruz (2020)			Modelo 2 - Cruz (2020)				H-R1 - Modelo 3 - Cruz (2020)				H-R2 - Modelo 4 - Cruz (2020)			
	Objective value Model 1	Time/s Similarity	GAP % Similarity	Objective value Similarity	Time/s Similarity	GAP % Similarity	Δ (2020) Similarity	Objective value Similarity	Time/s Similarity	GAP % Similarity	Δ (2020) Similarity	Objective value Similarity	Time/s Similarity	GAP % Similarity	Δ (2020) Similarity
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	1818,00	0,39	0,00	2269,74	0,26	0,00	0,25	1818,00	0,00	0,99	0,00	346,00	0,97	0,00	0,81
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	171662,00	4583,08	0,01	201918,28	12,39	0,00	0,18	171367,00	7,20	0,00	0,00	75684,00	1,22	0,00	0,56
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	67222,00	266,20	0,01	82536,70	29,75	0,00	0,23	65439,00	11,09	0,00	0,03	33481,00	7,00	0,00	0,50
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-SIMILARIDADE	40844,00	30,08	0,00	45186,52	12,71	0,00	0,11	34166,00	15,56	0,00	0,16	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	40984,00	69,09	0,00	68426,17	16,57	0,00	0,67	40984,00	21,08	0,00	0,00	19989,00	18,37	0,00	0,51
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	87958,00	83,99	0,00	94821,08	15,01	0,00	0,08	40402,00	18,01	0,00	0,54	42946,00	12,66	0,00	0,51
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	83507,00	114,14	0,00	109256,31	8,26	0,00	0,31	69215,00	9,71	0,00	0,17	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-SIMILARIDADE	62424,00	96,03	0,00	80312,03	14,60	0,00	0,29	35611,00	21,20	0,00	0,43	62424,00	8,63	0,00	0,00
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	18575,00	34,84	0,00	24051,61	1,86	0,00	0,29	17964,00	10,49	0,00	0,03	14892,00	8,58	0,00	0,20
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	6620,00	98,16	0,00	11919,19	1,76	0,00	0,80	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM				6620,00	2,33	0,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	49486,00	114,94	0,00	68189,45	18,91	0,00	0,38	36577,00	18,18	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	58770,00	156,08	0,00	82097,00	13,53	0,00	0,40	47525,00	13,39	0,00	0,19	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	42356,00	122,28	0,00	65577,93	15,61	0,00	0,55	27845,00	7,99	0,00	0,34	25274,00	7,80	0,00	0,40
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	27905,00	211,89	0,01	65265,71	10,17	0,00	1,34	27332,00	16,81	0,00	0,02	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-SIMILARIDADE	73440,00	97,39	0,00	74149,58	1,89	0,00	0,01	54426,00	10,06	0,00	0,26	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	27847,00	90,05	0,01	38486,07	13,49	0,00	0,38	27847,00	10,71	0,00	0,00	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-SIMILARIDADE	84283,00	296,00	0,00	93781,41	7,67	0,00	0,11	54875,00	8,99	0,00	0,35	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-SIMILARIDADE	47441,00	192,84	0,01	52737,08	2,03	0,00	0,11	34474,00	8,96	0,00	0,27	IMPOSSIBLE TO SOLVE THE PROBLEM			
	55175	369,86	0,00	70055	10,92	0,00	35,97	46345,12	12,32	0,06	22,57	31295,11	7,51	0,00	69,42

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE S - RESULTADOS TABU GRASP PARA DISSIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 24 apresenta as soluções para as 18 instâncias estratificadas com critério de Dissimilaridade Tabu GRASP. Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18). As 5 instâncias com resultados destacados em negrito, não formaram pares canibais, por isso elas permanecem com o mesmo valor das instâncias sem Canibalismo.

Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 24 - Resultados Dissimilaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Método Exato Cruz (2020)	Dissimilaridade Tabu GRASP - Cruz (2020)		
	Objective value Model 1	Objective value Tabu GRASP Dissimilarity	Time/s GRASP Tabu Dissimilarity	Δ (2020) Tabu GRASP Dissimilarity
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	1769,00	1519,00	0,00	0,14
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	178743,00	141800,00	3254,00	0,21
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	64263,00	42823,00	3777,00	0,33
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	40844,00	40844,00	3888,00	0,00
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	40984,00	40984,00	3806,00	0,00
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	87958,00	86210,00	4008,00	0,02
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	96067,00	96019,00	3590,00	0,00
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	62424,00	62424,00	1245,00	0,00
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	18575,00	18575,00	534,00	0,00
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	6620,00	6620,00	168,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	49486,00	49483,00	1488,00	0,00
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	68631,00	50848,00	4062,00	0,26
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	42356,00	42354,00	1264,00	0,00
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	27905,00	27900,00	177,00	0,00
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	73440,00	42354,00	1264,00	0,42
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	27847,00	27846,00	1310,00	0,00
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	84283,00	77977,00	4337,00	0,07
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	47441,00	47441,00	570,00	0,00
Médias	56646	50223	2112,17	8,11

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE T – RESULTADOS TABU GRASP PARA SIMILARIDADE PARA INSTÂNCIAS ESTRATIFICADAS

A Tabela 25 apresenta as soluções para as 18 instâncias estratificadas com critério de Similaridade Tabu GRASP. Todas foram executadas no Modelo 1 e na meta-heurística Tabu GRASP.

Os valores da função objetivo para esse conjunto de instâncias foram calculados para essa dissertação. O tempo de execução é obtido pela heurística. O $\Delta\%$ é obtido através da fórmula proposta na equação (18). As 5 instâncias com resultados destacados em negrito, não formaram pares canibais, por isso elas permanecem com o mesmo valor das instâncias sem Canibalismo. Para esse conjunto de dados, a heurística resolveu todas as instâncias propostas, apresentando soluções viáveis para todas elas.

Tabela 25 - Resultados Similaridade para Modelo 1 e meta-heurística Tabu GRASP.

Instances	Método Exato - Cruz (2020)	Similaridade Tabu GRASP - Cruz (2020)		
	Objective value Model 1	Objective value GRAP Tabu Similarity	Time/s GRASP Tabu Similarity	Δ (2020) Tabu GRASP Similarity
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	1818,00	1738,00	0,00	0,04
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	171662,00	142573,00	3164,00	0,17
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	67222,00	61526,00	4564,00	0,08
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-SIMILARIDADE	40844,00	40844,00	672,00	0,00
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	40984,00	40984,00	3475,00	0,00
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	87958,00	86210,00	4464,00	0,02
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	83507,00	79159,00	3132,00	0,05
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-SIMILARIDADE	62424,00	62424,00	888,00	0,00
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	18575,00	18575,00	534,00	0,00
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	6620,00	6620,00	168,00	0,00
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	49486,00	44983,00	330,00	0,09
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	58770,00	52621,00	4636,00	0,10
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	42356,00	42354,00	539,00	0,00
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	27905,00	27900,00	38,00	0,00
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-SIMILARIDADE	73440,00	42354,00	541,00	0,42
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	27847,00	27846,00	336,00	0,00
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-SIMILARIDADE	84283,00	77977,00	4337,00	0,07
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-SIMILARIDADE	47441,00	47441,00	570,00	0,00
Médias	55175	50229	1799,33	5,91

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

APÊNDICE U – PARES MUTUAMENTE EXCLUDENTES

Na sequência de tabelas Tabela 25, 26, 27, 28, 29 e 30 é possível verificar os pares canibais definidos para os conjuntos de instâncias de grande porte e estratificadas, para os critérios de Dissimilaridade e Similaridade. Instâncias sem pares canibais, estão destacadas em cinza.

Tabela 26 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de grande porte com Canibalismo

Instances	Number of Products	Number of Cannibal Pairs	Pairs
XL-40k-10-5-s-SIMILARIDADE	5	1	1-3
XL-15k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	1-3,0-6
XL-20k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	1-3,4-5
XL-40k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	0-2,4-5
XL-40k-10-15-s-SIMILARIDADE	15	3	0-14,1-5,6-11
XL-50k-15-15-I-SIMILARIDADE	15	3	3-9,4-5,12-13
XL-100k-15-15-I-SIMILARIDADE	15	3	0-6,1-5,7-11
XL-15k-10-20-s-SIMILARIDADE	20	4	0-17,1-10,2-12,3,15
XL-20k-10-20-s-SIMILARIDADE	20	4	0-12,3-15,6-14,17-18
XL-15k-10-30-s-SIMILARIDADE	30	6	1-25,2-27,3-21,7-12,8-10,19-27
XL-20k-10-30-s-SIMILARIDADE	30	6	1-25,8-16,9-10,15-20,19-27,22-23
XL-15k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	0-29,5-7,9-31,10-38,11-28,16-18,20-37,22-24
XL-20k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	5-18,7-27,10-38,11-28,15-32,16-23,22-24,31-34
XL-40k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	6-9,8-14,10-38,11-28,16-18,20-31,22-36,29-39
XL-15k-10-50-s-SIMILARIDADE	50	10	1-36,3-5,11-44,13-15,21-32,23-34,27-48,30-39,31-42,40-49
XL-20k-10-50-s-SIMILARIDADE	50	10	1-23,3-5,7-13,10-47,11-20,12-30,15-33,17-19,37-44,40-49

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Tabela 27 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de Estratificadas com Canibalismo

Instances	Number of Products	Number of Cannibal Pairs	Pairs
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35	10	2	3-9,7-8
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35	10	2	1-2,4-6
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35	10	2	3-6,7-8
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35	10	2	1-2,4-6
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35	10	2	1-2,5-6
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35	10	2	3-5,4-6
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35	10	2	3-5,7-8
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35	10	2	3-4,5-6
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35	10	2	1-2,4-5
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35	10	2	1-2,3-5
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35	10	2	1-2,5-8
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35	10	2	1-2,4-6
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35	10	2	1-2,4-6
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35	10	2	1-2,3-6
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35	10	2	3-5,4-6
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35	10	2	3-5,4-6
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35	15	3	0-1,4-6,7-8
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35	40	8	1-2,4-6,7-9,10-14,12-23,13-18,15-16,32-33

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Tabela 28 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de grande porte/Dissimilaridade

Instances	Number of Products	Number of Cannibal Pairs	Pairs
XL-40k-10-5-s-DISSIMILARIDADE	5	1	0-1
XL-15k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	10	2	0-5,1-6
XL-20k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	10	2	2-5,1-9
XL-40k-10-10-s-DISSIMILARIDADE	10	2	4-6,3-7
XL-40k-10-15-s-DISSIMILARIDADE	15	1	1-2
XL-50k-15-15-I-DISSIMILARIDADE	15	3	0-1,3-14,6-12
XL-100k-15-15-I-DISSIMILARIDADE	15	3	4-10,3-13,2-11
XL-15k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	20	4	4-17,8-16,2-9,5-11
XL-20k-10-20-s-DISSIMILARIDADE	20	4	9-17,1-13,14-18,5-12
XL-15k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	30	6	3-6,1-19,0-26,9-21,13-15,23-27
XL-20k-10-30-s-DISSIMILARIDADE	30	5	3-25,9-21,15-22,20-26,7-28
XL-15k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	40	8	19-39,1-34,10-26,30-35,6-15,2-38,12-33,0-7
XL-20k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	40	8	22-24,17-25,27-38,6-10,18-20,14-29,3-34,7-11
XL-40k-10-40-s-DISSIMILARIDADE	40	8	6-26,18-19,17-24,13-16,0-22,14-34,7-8,11-38
XL-15k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	50	10	29-49,4-21,20-42,0-33,44-46,22-41,34-48,18-27,38-40,8-17
XL-20k-10-50-s-DISSIMILARIDADE	50	10	24-41,3-32,31-49,33-46,26-36,9-43,17-30,14-40,13-34,4-38

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Tabela 29 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de grande porte/Similaridade

Instances	Number of Products	Number of cannibal pairs	Pairs
XL-40k-10-5-s-SIMILARIDADE	5	1	0-1
XL-15k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	3-8,6-9
XL-20k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	1-3,4-9
XL-40k-10-10-s-SIMILARIDADE	10	2	1-9,3-6
XL-40k-10-15-s-SIMILARIDADE	15	1	1-2
XL-50k-15-15-I-SIMILARIDADE	15	3	8-12,2-6,3-14
XL-100k-15-15-I-SIMILARIDADE	15	3	1-5,8-12,2-11
XL-15k-10-20-s-SIMILARIDADE	20	4	11-12,5-19,2-9,8-16
XL-20k-10-20-s-SIMILARIDADE	20	4	8-9,12-16,5-11,14-18
XL-15k-10-30-s-SIMILARIDADE	30	6	16-24,4-20,22-27,23-28,13-15,0-9
XL-20k-10-30-s-SIMILARIDADE	30	5	7-28,20-26,15-22,3-21,9-25
XL-15k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	11-33,20-25,7-29,0-36,2-14,12-38,6-30,15-35
XL-20k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	7-30,3-11,0-9,34-39,14-29,18-20,10-27,25-38
XL-40k-10-40-s-SIMILARIDADE	40	8	30-33,25-39,11-32,8-38,7-14,22-34,0-13,16-17
XL-15k-10-50-s-SIMILARIDADE	50	10	14-28,2-25,1-19,8-48,18-38,27-40,34-41,4-22,21-44,42-46
XL-20k-10-50-s-SIMILARIDADE	50	10	27-48,25-45,6-38,23-34,4-20,13-40,14-17,9-30,36-43,26-33

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Tabela 30 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de Estratificadas/Dissimilaridade

Instances	Number of Products	Number of Cannibal Pairs	Pairs
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0-5, 4-6
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	3-5
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	4-6
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	0-4
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	2	0-1, 4-6
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	4-6
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	4-5
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	3-4
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	4-6
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	0-1
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	1	2-6
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	10	-	-
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	15	3	0-4, 1-8, 3-9
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-DISSIMILARIDADE	40	4	0-12, 1-23, 3-4, 2-9

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Tabela 31 – Pares mutuamente excludentes para instâncias de Estratificadas/Similaridade

Instances	Number of Products	Number of Cannibal Pairs	Pairs
EST-15K-10-10-4-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	2-4, 5-6
EST-15K-10-10-4-4-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	3-5
EST-15K-10-10-5-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	4-6
EST-15K-10-10-6-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	0-4
EST-15K-10-10-7-5-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	2	1-6, 0-4
EST-15K-10-10-7-6-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	4-6
EST-15K-10-10-7-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-8-7-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	4-5
EST-15K-10-10-8-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	1-4
EST-15K-10-10-9-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	4-6
EST-15K-10-10-10-8-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	0-1
EST-15K-10-10-10-9-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-10-10-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	1	2-6
EST-15K-10-10-10-11-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	-	-
EST-15K-10-10-10-12-10-15-40-35-SIMILARIDADE	10	-	-
EST-100K-15-15-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	15	3	3-5, 0-1, 8-9
EST-5K-15-40-8-3-10-15-40-35-SIMILARIDADE	40	4	4-9, 0-3, 1-2, 7-12

Fonte: Elaborada pela autora (2020).