



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARÍLIA CRISTINA DO CARMO VIANA

**PROBLEMA DA PRECIFICAÇÃO LIVRE DE INVEJA: UMA PROPOSTA DE
MODELOS MATEMÁTICOS PARA A VARIANTE DE CONSUMIDORES DECIDIDOS**

FORTALEZA

2022

MARÍLIA CRISTINA DO CARMO VIANA

PROBLEMA DA PRECIFICAÇÃO LIVRE DE INVEJA: UMA PROPOSTA DE MODELOS
MATEMÁTICOS PARA A VARIANTE DE CONSUMIDORES DECIDIDOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Algoritmos e Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Bezerra Campêlo Neto.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- V668p Viana, Marília Cristina do Carmo.
Problema da Precificação Livre de Inveja : uma proposta de modelos matemáticos para a variante de consumidores decididos / Marília Cristina do Carmo Viana. – 2022.
145 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Manoel Bezerra Campêlo Neto.
1. Precificação Livre de Inveja. 2. Programação Linear Inteira Mista. 3. Otimização Combinatória. I. Título.
CDD 005
-

MARÍLIA CRISTINA DO CARMO VIANA

PROBLEMA DA PRECIFICAÇÃO LIVRE DE INVEJA: UMA PROPOSTA DE MODELOS
MATEMÁTICOS PARA A VARIANTE DE CONSUMIDORES DECIDIDOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Algoritmos e Otimização.

Aprovada em: 22/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel Bezerra Campêlo
Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rafael Castro de Andrade
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Tatiane Fernandes Figueiredo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Rosiane de Freitas Rodrigues
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças durante toda a minha jornada no mestrado, principalmente durante o período da pandemia, onde tantas questões surgiram em minha vida.

A toda a minha família, em especial à minha mãe Cristiana Cordeiro, meu pai João Valberto, meu irmão Luiz Alberto, minha avó Maria de Lourdes e meus tios João Edilson, Ana Maria, Paulo e Stephania, por todo o apoio e incentivo durante esses anos. Agradeço em especial à minha mãe, que não me deixou desistir em momento algum, sempre me dando forças e me lembrando de toda a jornada que percorri até chegar aqui. Sem ela eu não teria conseguido!

A todos os meus professores, em especial ao meu orientador Manoel Campêlo, por toda a ajuda, incentivo, conselhos e conhecimentos repassados.

A todos que contribuíram, direta e indiretamente, para a execução deste trabalho.

RESUMO

Dados um conjunto de consumidores, um conjunto de produtos, uma valoração atribuída a cada produto por cada consumidor e uma oferta máxima dos produtos, o Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI) consiste em determinar uma precificação e uma alocação livres de inveja, significando que, uma vez definidos os preços dos produtos, cada consumidor deve estar tão ou mais satisfeito com sua alocação quanto com qualquer outra possível. A partir de uma revisão detalhada de diversas variantes do problema, este trabalho concentra-se no caso de consumidores decididos, onde cada consumidor deseja adquirir apenas um subconjunto (pacote) específico de produtos. Estuda-se tanto a versão com oferta ilimitada, quando se admite disponibilidade de qualquer produto superior à sua demanda, quanto a de oferta limitada, ainda inexplorada na literatura. Para o caso de oferta ilimitada, são propostas e avaliadas computacionalmente duas formulações de Programação Linear Inteira Mista, assim como são realizadas comparações entre elas e uma formulação existente na literatura. Já para o caso de oferta limitada, é proposta uma formulação quadrática e duas linearizações da mesma. São geradas novas instâncias para essa variante, a partir de instâncias da literatura para o caso de oferta ilimitada, usadas para avaliar o desempenho computacional das formulações propostas.

Palavras-chave: precificação livre de inveja; programação linear inteira mista; otimização combinatória.

ABSTRACT

Given a set of consumers, a set of products, a valuation assigned to each product by each consumer, and maximum supply of products, the Envy-free Pricing Problem is to determine an envy-free pricing and allocation, which means that, once the prices of the products are set, each consumer must be at least as satisfied with their product allocation as with any other possible allocation. Starting from a detailed review of several variants of the problem, this work focus on the case of sigle-minded consumers, where each consumer is willing to buy only a specific subset (package) of products. The work considers the unlimited supply version, where it is assumed product avaiability superior to its demand, as well as the limited supply version, still unexplored in the literature. For the unlimited supply case, two Mixed Integer Linear Programming formulations are proposed and computationally evaluated, as well as comparisons among them and an existing formulation in the literature are presented. In the case of limited supply, a quadratic formulation and two linearizations for it are proposed. New instances are generated for this variant, from instances in the literature for the unlimited supply case, which are then used to evaluate the computational performance of the proposed formulations.

Keywords: envy-free pricing; mixed integer linear programming; combinatorial optimization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Como resolver um problema de decisão A em tempo polinomial utilizando um algoritmo de redução polinomial e um algoritmo que resolve um outro problema de decisão B em tempo polinomial.	22
Figura 2 – Exemplo em que $U'(S_c) < U(S_c)$	47
Figura 3 – Exemplo em que $U(S_c) < U'(S_c)$	48
Figura 4 – Número de instâncias resolvidas na otimalidade por tempo de computação pelas formulações (B_1) , (CDI_1) e (CDI_2)	51
Figura 5 – Número médio de nós por tempo de computação das formulações (B_1) , (CDI_1) e (CDI_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	52
Figura 6 – Densidade por tempo médio de computação das formulações (B_1) , (CDI_1) e (CDI_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	53
Figura 7 – Gap raiz médio por tempo de computação das formulações (B_1) , (CDI_1) e (CDI_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	53
Figura 8 – Gap da raiz por número de nós das formulações (B_1) , (CDI_1) e (CDI_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	57
Figura 9 – Número de instâncias resolvidas por tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2)	57
Figura 10 – Número médio de nós por tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	58
Figura 11 – Densidade por tempo médio de computação das formulações (CD_1) e (CD_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	58
Figura 12 – Proporção da oferta (t) por tempo médio de computação das formulações (CD_1) e (CD_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	59
Figura 13 – Gap médio da raiz por tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	59
Figura 14 – Gap da raiz por número de nós das formulações (CD_1) e (CD_2) , para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variantes do Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI) com propostas de modelos matemáticos na literatura.	27
Tabela 2 – Formulações para o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária.	35
Tabela 3 – Formulações para o PPLI com Consumidores Decididos.	49
Tabela 4 – Médias de gap final das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d	54
Tabela 5 – Médias de gap raiz das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d	55
Tabela 6 – Médias de tempo de resolução das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d	56
Tabela 7 – Médias de gap final das formulações (CD_1) e (CD_2), para cada combinação dos parâmetros n , m , d e t	60
Tabela 8 – Médias de gap da raiz das formulações (CD_1) e (CD_2), para cada combinação dos parâmetros n , m , d e t	62
Tabela 9 – Médias de tempo de resolução das formulações (CD_1) e (CD_2), para cada combinação dos parâmetros n , m , d e t	65
Tabela 10 – Tabela de resultados para a formulação (B_1), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100, 150\}$ e $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$	72
Tabela 11 – Tabela de resultados para a formulação (CDI_1), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100, 150\}$ e $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$	82
Tabela 12 – Tabela de resultados para a formulação (CDI_2), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100, 150\}$ e $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$	92

Tabela 13 – Tabela de resultados para a formulação (CD_1), com os seguintes parâmetros:
 $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100\}$, $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$ e $t = \{0.5, 0.7, 0.9\}$.
Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ 102

Tabela 14 – Tabela de resultados para a formulação (CD_2), com os seguintes parâmetros:
 $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100\}$, $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$ e $t = \{0.5, 0.7, 0.9\}$.
Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ 124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B_0	Formulação (3.60)-(3.64)
B_1	Formulação (3.65)-(3.71)
B_2	Formulação (3.72)-(3.79)
B_3	Formulação (3.82)-(3.91)
CDI_1	Formulação (4.29)-(4.35)
CDI_2	Formulação (4.36)-(4.42)
CD_0	Formulação (4.1)-(4.6)
CD_1	Formulação (4.7)-(4.14)
CD_2	Formulação (4.16)-(4.23)
F_1	Formulação (3.27)-(3.33)
F_2	Formulação (3.34)-(3.39)
H	Formulação (3.1)-(3.8)
M	Formulação (3.17)-(3.25)
S	Formulação (3.9)-(3.16)
SF_1	Formulação (3.40)-(3.47)
SF_2	Formulação (3.51)-(3.59)
PL	Programação Linear
PLI	Programação Linear Inteira
PLIM	Programação Linear Inteira Mista
PNLIM	Programação Não-Linear Inteira Mista
PPLI	Problema da Precificação Livre de Inveja

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos do Trabalho	16
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	16
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i>	16
1.2	Organização do Texto	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Teoria dos Grafos	17
2.2	Programação Linear e Linear Inteira	18
2.3	Complexidade Computacional	21
3	PRECIFICAÇÃO LIVRE DE INEJA	25
3.1	Definição do Problema da Precificação Livre de Inveja	25
3.2	Formulações Matemáticas da Literatura	27
3.2.1	<i>Dados de Entrada</i>	27
3.2.2	<i>Precificação Livre de Inveja com Pacote Unitário e Demanda Unitária</i>	28
3.2.3	<i>Precificação Livre de Inveja com Pacote Unitário, Demanda Múltipla e Oferta Limitada</i>	35
3.2.4	<i>Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos e Oferta Ilimitada</i>	36
4	FORMULAÇÕES PROPOSTAS PARA A VERSÃO COM CONSUMIDORES DECIDIDOS	41
4.1	Problema da Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos e Oferta Limitada	41
4.2	Formulação Quadrática	42
4.3	Linearizações	42
4.4	Definição do big- M	45
4.5	Oferta Ilimitada	48
5	RESULTADOS	50
5.1	Configuração do Ambiente Computacional	50
5.2	Instâncias	50
5.3	Estudo Comparativo	51
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	68

REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A –TABELAS DE RESULTADOS	72

1 INTRODUÇÃO

Empresas que vendem produtos ou serviços enfrentam um problema econômico interessante de maximizar suas receitas escolhendo cuidadosamente os preços de seus produtos. Um produto com preço baixo pode levar a uma receita baixa, enquanto um produto com preço alto pode resultar em poucas vendas, pois os consumidores podem não estar interessados em comprar itens muito caros. Dessa maneira, é importante considerar as preferências dos consumidores no processo de decisão dos preços dos produtos.

Em Guruswami *et al.* (2005), foi definido o Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI). Este problema possui as seguintes entradas: um conjunto $C = \{1, \dots, m\}$ de consumidores, um conjunto $P = \{1, \dots, n\}$ de produtos, uma matriz $V = [v_{cS}] \in \mathbb{R}_+^{m \times 2^n}$ de valorações atribuídas a cada pacote de produtos $S \subseteq P$ por cada consumidor $c \in C$ e um vetor de ofertas $t \in \mathbb{Z}_+^n$, informando o número máximo de cópias disponíveis de cada produto. Como saída, tem-se uma precificação $\pi \in \mathbb{R}_+^n$ dos produtos e uma alocação $X \in \{0, 1\}^{m \times 2^n}$ destes aos clientes, ambas livres de inveja, significando que, uma vez definidos os preços dos produtos, cada consumidor pagará pelo (único) pacote a ele alocado um valor no máximo igual ao que ele havia atribuído inicialmente. Por fim, o objetivo do PPLI é maximizar a receita do vendedor, enquanto garante a satisfação dos consumidores.

Alguns casos particulares ou extensões do PPLI podem ser gerados a partir de variações de características do problema, dentre as quais destacam-se:

- **Disponibilidade da oferta:** quando não se considera um limite na oferta de cada produto (despreza-se t), tem-se a variante de oferta ilimitada do PPLI.
- **Tamanho do pacote:** o PPLI admite pacotes de quaisquer tamanhos; porém, na variante de pacote unitário, apenas aqueles contendo exatamente um produto são considerados. Assim, a dimensão das matrizes V e X diminui de $m \times 2^n$ para simplesmente $m \times n$.
- **Multiplicidade de pacotes alocados:** no PPLI de alocação de múltiplos pacotes, podem ser alocados vários pacotes a cada consumidor, diferentemente da versão original, onde se aloca um único pacote; nesse caso mais relaxado, não há a restrição de que cada linha de X tenha no máximo um elemento não nulo.
- **Multiplicidade da demanda:** na variante de demanda múltipla, o consumidor pode ser alocado a várias unidades de um mesmo pacote; para diferenciar, a versão original, onde cada consumidor deseja adquirir no máximo uma unidade do pacote, será identificada como demanda unitária.

- **Número de pacotes de interesse:** existe uma variante, denominada de PPLI de consumidores decididos, onde cada consumidor valoriza um único pacote, aquele em que ele tem interesse; ou seja, cada consumidor $c \in C$ possui uma tupla de entrada (S_c, v_c) , onde $S_c \subseteq P$ é o único pacote que o consumidor c deseja adquirir e v_c é o valor máximo que este está disposto a pagar por ele. Assim, o consumidor c apenas compra o pacote S_c se seu preço é no máximo v_c e, caso contrário, não compra nada. Esta variante é o foco de estudo da presente dissertação, considerando-a tanto no caso de oferta ilimitada como limitada.

O PPLI é um problema computacionalmente difícil. Mesmo o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária e o PPLI com Consumidores Decididos já são APX-difíceis (GURUSWAMI *et al.*, 2005). Isso significa que essas versões não possuem esquema de aproximação polinomial, a menos que $P=NP$. Mais resultados de complexidade também surgem a partir de outros casos especiais. Por exemplo, em Briest (2008), é estudado o *Problema de Precificação de Compra Mínima, Demanda Unitária, Orçamento Uniforme e Oferta Ilimitada*, onde, dado um conjunto C de consumidores e um conjunto P de produtos, cada consumidor $c \in C$ é associado a um subconjunto $S_c \subseteq P$ de produtos de interesse e um orçamento B_c . Uma vez que os preços são fixados, cada consumidor $c \in C$ compra o produto mais barato de S_c , se seu preço não é maior que o orçamento B_c e, caso contrário, não compra qualquer produto. Além disso, o objetivo é maximizar a receita. O autor mostra que este problema é um caso especial do PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária e que não pode ser aproximado, em tempo polinomial, por um fator de $O(\log^\varepsilon m)$, para algum $\varepsilon > 0$. Além disso, Briest (2008) argumenta que esses resultados aplicam-se também ao caso de consumidores decididos. Em Chalermsook *et al.* (2012), dois dos casos mencionados acima são estudados: o Problema de Precificação de Compra Mínima, Demanda Unitária e Orçamento Uniforme e o PPLI com Consumidores Decididos, ambos com oferta ilimitada. O autores mostram que os dois problemas são difíceis de aproximar por um fator de $O(\log^{1-\varepsilon}(m+n))$, para qualquer constante ε , a menos que $NP \subseteq DTIME(n^{\log^\delta n})$, onde δ é uma constante que depende de ε .

No trabalho de Monaco *et al.* (2015), são fornecidos limites inferiores e superiores para o PPLI com Oferta Limitada para três tipos de valorações dos consumidores: *valorações decididas*, *valorações não-decrescentes* e *valorações gerais*. No cenário de consumidores com valorações decididas, cada consumidor c possui uma valoração fixa w_c se este recebe pelo menos k_c produtos e, caso contrário, possui valoração zero. Formalmente, as valorações de um consumidor c são $v_c(p') = 0$, para $0 \leq p' < k_c$, e $v_c(p') = w_c$, para $k_c \leq p' \leq n$, onde $v_c(p)$ é

o valor máximo que o consumidor c está disposto a pagar por p produtos e n é o número de produtos disponíveis. Já no cenário de consumidores com valorações não-decrescentes, tem-se que $v_c(p) \leq v_c(p+1)$, para $c \in \{1, \dots, m\}$ e $p \in \{1, \dots, n-1\}$. Finalmente, no caso de valorações gerais não há restrições sobre as valorações dos consumidores.

Em Chen *et al.* (2016), é estudado o PPLI com Pacote Unitário, Alocação de Múltiplos Pacotes e Oferta Limitada. Eles provam que, se a demanda de cada consumidor é limitada por uma constante, então é possível encontrar uma solução ótima de maneira eficiente. Já o caso de demanda geral, os autores provam ser NP-difícil. Essa mesma variante do PPLI é abordada no trabalho de Bilo *et al.* (2017), onde se mostra que não há aproximação polinomial por um fator de $O(n^{1-\varepsilon})$, para qualquer $\varepsilon > 0$, a menos que $P = NP$, e que esse resultado é assintoticamente apertado. Um caso especial do PPLI é o da alocação completa livre de inveja, onde existe um número máximo de cópias de cada produto, cada consumidor deve obter exatamente um produto e todos os produtos devem ser vendidos. No trabalho de Arbib *et al.* (2019), é mostrado como resolver este caso em tempo $O(n^3)$.

Um algoritmo $\log n$ -aproximativo é proposto em Guruswami *et al.* (2005) para o PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Limitada. Neste mesmo trabalho, também é proposto um algoritmo $(\log n + \log m)$ -aproximativo para a variante do PPLI de Consumidores Decididos e Oferta Ilimitada. Em Briest e Krysta (2006), a garantia de aproximação para o caso de consumidores decididos e oferta ilimitada é melhorada para $O(\log B + \log l)$, onde B é o número máximo de conjuntos contendo um produto e l é o tamanho máximo de um conjunto. Para o PPLI com Consumidores Decididos e Oferta Limitada, Cheung e Swamy (2008) propõem um algoritmo $(\sqrt{m} \log u_{max})$ -aproximativo, onde u_{max} é a oferta máxima de um produto.

Em Bilo *et al.* (2017), é abordado o PPLI com Pacote Unitário, Alocação de Múltiplos Pacotes e Oferta Limitada. Para essa variante, eles propõem um algoritmo 2-aproximativo para uma subclasse de instâncias que não contém consumidores inúteis, isto é, consumidores que a priori sabe-se não poder receber nenhum pacote. Além disso, Bilo *et al.* (2017) provam que não é possível uma aproximação melhor, a menos que $P = NP$. Por fim, em Anshelevich *et al.* (2017), é proposto um algoritmo 1.88-aproximativo para o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária. Além disso, esse trabalho foca em grandes mercados, onde a demanda de cada consumidor é infinitamente pequena comparada ao tamanho e capacidade do mercado.

No trabalho de Heilporn *et al.* (2010b), é realizado um estudo poliédrico e proposta uma formulação de Programação Linear Inteira Mista (PLIM) para o *Problema de Precificação*

de Rede com Arcos de Pedágio Conexos. Essa formulação é convertida para o PPLI usando a redução de Heilporn *et al.* (2010a). Em Shioda *et al.* (2011), além de heurísticas, é proposta uma nova formulação de PLIM e desigualdades válidas. No trabalho de Myklebust *et al.* (2016), é proposta uma formulação de PLIM e heurísticas para o PPLI. Em Fernandes *et al.* (2016), são propostas duas novas formulações de PLIM para o PPLI e três modelos para gerar instâncias com boas interpretações econômicas. Essas cinco formulações matemáticas citadas acima são todas para o PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Ilimitada.

Uma formulação de Programação Não-Linear Inteira Mista (PNLIM), bem como uma linearização da mesma, é proposta, em Salvatierra e Freitas (2018), para o PPLI com Pacote Unitário, Demanda Múltipla e Oferta Limitada. Em Salvatierra e Freitas (2019), é proposta uma formulação de PNLIM para a variante do PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Limitada. Além disso, neste trabalho, também são estudados aspectos de teoria dos grafos do problema. Esses dois trabalhos aplicam o PPLI em um contexto de venda de ingressos para eventos esportivos.

Para a variante do PPLI de Consumidores Decididos e Oferta Ilimitada, o primeiro trabalho que apresenta uma formulação de PNLIM é a dissertação de mestrado de Plein (2017), onde também são apresentadas duas formas de linearização, é realizado um estudo poliédrico das formulações lineares e são obtidas desigualdades válidas. Por fim, o autor apresenta extensivos experimentos numéricos com as formulações propostas. Estas formulações e resultados são publicados posteriormente em Bucarey *et al.* (2021), além de uma decomposição de Benders a fim de desenvolver cortes fortes do modelo mais apertado para os modelos mais leves. Dessa forma, na presente dissertação, será citado o trabalho de Bucarey *et al.* (2021) para referenciar tais formulações.

Neste trabalho, são propostas duas formulações para a variante do PPLI com consumidores decididos e oferta ilimitada e são realizadas comparações com a melhor formulação existente na literatura. Para esses experimentos computacionais, são utilizadas instâncias da literatura. Já para a variante de consumidores decididos e oferta limitada, em vista do nosso atual entendimento, ainda não existem modelos matemáticos na literatura e, na presente dissertação, são propostas duas novas formulações de PLIM. Como também não existem instâncias para essa variante, são geradas novas a partir daquelas existentes na literatura para o caso da oferta ilimitada.

1.1 Objetivos do Trabalho

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar o Problema da Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos e resolver eficientemente instâncias do problema.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Propor formulações de Programação Não-Linear Inteira Mista para o Problema da Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos, bem como linearizações das mesmas, para as variantes de oferta ilimitada e limitada;
- Gerar instâncias para a variante de oferta limitada do PPLI com consumidores decididos;
- Realizar experimentos computacionais com as formulações propostas;
- Efetuar uma análise dos resultados obtidos;
- Realizar comparações com os resultados da literatura.

1.2 Organização do Texto

O restante deste trabalho divide-se em 5 capítulos. O Capítulo 2 apresenta os conceitos fundamentais necessários para entendimento do problema. No Capítulo 3, são apresentados os trabalhos da literatura que propõem formulações matemáticas para o problema abordado nesta dissertação. O Capítulo 4 apresenta formalmente o Problema da Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos e as formulações propostas para esta variante, considerando tanto oferta ilimitada quanto limitada. São apresentados, no Capítulo 5, os experimentos computacionais realizados com estas formulações, os resultados obtidos e comparações destes. Por fim, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões e os possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para entendimento do problema abordado neste trabalho, faz-se necessário definir alguns conceitos preliminares. A Seção 2.1 aborda conceitos de Teoria dos Grafos, com base no livro de West *et al.* (2001). Tópicos de Programação Linear e Programação Linear Inteira são apresentados na Seção 2.2, baseados nos livros de Bazarra *et al.* (2011) e Wolsey (1998). Por fim, na Seção 2.3, são abordadas classes de complexidade computacional, baseadas no livro de Cormen *et al.* (2009) e em Ferreira *et al.* (2001).

2.1 Teoria dos Grafos

Um *grafo* $G = (V(G), E(G))$ é uma tupla contendo um conjunto finito não vazio $V(G)$ de *vértices* e um conjunto $E(G)$ de pares não-ordenados de vértices, denominados *arestas*. Quando o grafo está claro pelo contexto, utiliza-se V e E para representar $V(G)$ e $E(G)$, respectivamente. Para uma determinada aresta $e = (u, v)$ (ou $e = uv$, para simplificar a notação), diz-se que u e v são as *extremidades* de e e, ainda, que u e v são vértices *adjacentes* ou *vizinhos*. Um *laço* é uma aresta cujas extremidades são iguais. *Arestas múltiplas* são arestas que possuem o mesmo par de extremidades. Um *grafo simples* é um grafo que não possui laços ou arestas múltiplas.

A *vizinhança* ou *adjacência* $N_G(v)$ de um vértice v em um grafo G é o conjunto contendo todos os vértices adjacentes a v . Quando o grafo está claro pelo contexto, utiliza-se simplesmente $N(v)$. O grau de um vértice é o tamanho de sua vizinhança. A vizinhança de um subconjunto de vértices $V' \subseteq V$ é $N(V') = \bigcup_{v \in V'} N(v)$. Se $V' \subseteq V$, denota-se por $\delta(V')$ o conjunto de arestas em $E(G)$ com uma extremidade em V' e a outra em $V \setminus V'$.

Um *conjunto independente*, ou *conjunto estável*, em um grafo é um conjunto de vértices não adjacentes dois a dois. Um grafo G é *bipartido* se $V(G)$ é a união de dois conjuntos independentes disjuntos (possivelmente vazios), chamados de *partições* ou *partes* de G . Um *subgrafo* de um grafo G é um grafo H tal que $V(H) \subseteq V(G)$ e $E(H) \subseteq E(G)$. Neste caso, denota-se $H \subseteq G$.

Um *caminho* $P = (v_0, v_1, v_2, \dots, v_q)$ é um grafo simples cujos vértices v_i , com $i = 0 \dots q$, podem ser ordenados de tal forma que as arestas são $v_{i-1}v_i$, para $i = 1 \dots q$. Note que estamos representando apenas o conjunto ordenado de vértices, uma vez que as arestas são definidas de forma implícita. Um (u, v) -*caminho* é um caminho cujos vértices de grau 1 (suas extremidades)

a desigualdade $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i$ é equivalente a $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + x_{n+i} = b_i$ e $x_{n+i} \geq 0$, onde x_{n+i} representa agora a sobra não negativa do lado direito em relação ao lado esquerdo da restrição.

Outra manipulação que pode ser realizada em um problema é a substituição de variáveis negativas ou livres de sinal por variáveis não negativas. Se uma variável x_j é negativa, então ela pode ser substituída por uma nova variável $x'_j = -x_j$, onde $x'_j \geq 0$. Já se x_j é uma variável livre de sinal, ela pode ser substituída por $x'_j - x''_j$, onde $x'_j \geq 0$ e $x''_j \geq 0$.

Por fim, um problema de maximização (minimização) pode ser convertido para um problema de minimização (maximização) multiplicando os coeficientes da função objetivo por -1, uma vez que $\max \sum_{j=1}^n c_j x_j = -\min \sum_{j=1}^n -c_j x_j$.

Dessa maneira, problemas de PL podem ser transformados para várias formas equivalentes. Em particular, há duas formas muito utilizadas na literatura: a padrão e a canônica. Na *forma padrão*, todas as restrições são de igualdade e todas as variáveis são não negativas. Um problema de minimização (maximização) está na *forma canônica* se todas as variáveis são não negativas e todas as restrições são do tipo \geq (tipo \leq).

Além disso, um problema de PL também pode ser representado através de notação de matrizes. Considere o problema (P) apresentado anteriormente e que as suas desigualdades são transformadas em igualdades equivalentes, como mencionado anteriormente. Denotando o vetor dos coeficientes de custo da função objetivo como o vetor linha c , os vetores das variáveis e dos termos independentes como os vetores coluna x e b , respectivamente, e a matriz de restrições como A , o problema (P) pode ser reescrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned} (P) \quad & \min \quad cx \\ & \text{s.a.} \quad Ax = b \\ & \quad \quad x \geq 0 \end{aligned}$$

Uma variação relevante do problema acima ocorre ao se restringir o domínio de todas ou algumas variáveis aos inteiros. Quando uma variável admite apenas valores inteiros, então ela é denominada de *variável inteira*. Se uma variável inteira é restrita a apenas os valores 0 e 1, então ela é denominada de *variável inteira binária* ou apenas *variável binária*. Quando todas as variáveis de um problema (P') são inteiras, então (P') é um problema de Programação Linear Inteira (PLI). Já se algumas mas nem todas as suas variáveis são inteiras, então (P') é dito ser um problema de Programação Linear Inteira Mista (PLIM). Diferentemente de problemas de PL, que podem ser resolvidos em tempo polinomial, problemas de PLI ou PLIM são, em geral, computacionalmente difíceis.

Considere o seguinte problema (P)

$$z = \min\{cx : x \in X \subseteq \mathbb{Z}^n\}$$

de Programação Linear Inteira (PLI). Uma estratégia para provar a otimalidade de uma solução para (P) consiste em encontrar um *limite inferior* $\underline{z} \leq z$ e um *limite superior* $\bar{z} \geq z$, tal que $\underline{z} = \bar{z} = z$. Dessa forma, um algoritmo para resolver (P) comumente vai encontrar uma sequência decrescente $\bar{z}_1 > \bar{z}_2 > \dots > \bar{z}_s \geq z$ de limites superiores e uma sequência crescente $\underline{z}_1 < \underline{z}_2 < \dots < \underline{z}_t \leq z$ de limites inferiores. Tal algoritmo para quando $\bar{z}_s - \underline{z}_t \leq \varepsilon$, onde ε é um valor pequeno não-negativo escolhido adequadamente para o problema.

Note que toda solução viável $x^* \in X$ fornece um limite superior $\bar{z} = cx^* \geq z$ para (P). Para um problema de minimização (maximização), um limite superior (inferior) é também chamado de *limite primal*. Para alguns problemas de PLI, é fácil encontrar soluções viáveis, e a questão é como encontrar boas delas. Já para outros problemas, pode ser muito difícil mesmo verificar a viabilidade.

Em contraste com os limites primais, existem os chamados *limites duais*, que são os limites inferiores (superiores) para um problema de minimização (maximização). Uma das abordagens mais importantes para encontrar tais limites é através de relaxação, onde um problema de PLI é substituído por outro problema de otimização mais simples, denominado de *problema relaxado*. A seguir é apresentada uma definição formal de uma relaxação.

Definição 2.1 Um problema (PR) $z^R = \min\{fx : x \in T \subseteq \mathbb{R}^n\}$ é uma relaxação de (P) $z = \min\{cx : x \in X \subseteq \mathbb{Z}^n\}$ se:

- $X \subseteq T$, e
- $fx \leq cx$, para todo $x \in X$.

Proposição 2.1 Se (PR) é uma relaxação de (P), então $z^R \leq z$.

Se x^* é uma solução ótima de (P), então $x^* \in X \subseteq T$ e $z = cx^* \geq fx^*$. Como $x^* \in T$, então $z^R \leq fx^*$ e, assim, $z^R \leq fx^* \leq cx^* = z$.

Uma das relaxações mais utilizadas é a *relaxação de programação linear* ou simplesmente *relaxação linear*, onde são relaxadas as restrições de integralidade das variáveis. Seja o problema de PLI (P) $z = \min\{cx : x \in Q \cap \mathbb{Z}^n\}$, com $Q = \{x \in \mathbb{R}_+^n : Ax \leq b\}$. A relaxação linear de (P) é o problema de PL (PR) $z^{RL} = \min\{cx : x \in Q\}$. Note que, como $Q \cap \mathbb{Z}^n \subseteq Q$ e a função objetivo é a mesma, então (PR) realmente é uma relaxação de (P).

Além de fornecer limites duais, as relaxações também ajudam a provar otimalidade. Considere o problema de PLI (P) $z = \min\{cx : x \in X \subseteq \mathbb{Z}^n\}$ e sua relaxação (PR) $z^R = \min\{fx : x \in T \subseteq \mathbb{R}^n\}$.

Proposição 2.2 (i) *Se a relaxação (PR) é inviável, então o problema original (P) também é inviável.*

(ii) *Seja x^* uma solução ótima de (PR). Se $x^* \in X$ e $fx^* = cx^*$, então x^* é uma solução ótima de (P).*

(i) Se (PR) é inviável, então $T = \emptyset$. Como $X \subseteq T$, então $X = \emptyset$ e, assim, (P) é inviável.

(ii) Pelas hipóteses, $z \leq cx^* = fx^* = z^R$. Pela Proposição 2.1, sabe-se que $z \geq z^R$. Logo, $cx^* = z = z^R$ e, assim, x^* é uma solução ótima de (P).

2.3 Complexidade Computacional

Nesta Seção, são apresentadas 11 classes de problemas: P, NP, co-NP, NP-difícil, NP-completo, PO, NPO, APX, APX-difícil, PTAS e FPTAS. Antes de apresentar estas classes, é necessário definir os conceitos de problema de decisão e problema de otimização. Um *problema de decisão* é um problema cuja resposta é simplesmente "sim" ou "não". Já em um *problema de otimização*, toda solução viável possui um valor associado e o objetivo é encontrar uma solução viável com o melhor valor, denominada de solução ótima, como apresentado na Seção 2.2.

Existe uma relação entre problemas de otimização e problemas de decisão. Dado um problema de otimização, é possível formular um problema de decisão relacionado impondo um limite no valor a ser otimizado. Como exemplo, considere o problema de otimização de caminho mínimo, onde, dados um grafo G e vértices u e v , o objetivo é encontrar um (u, v) -caminho de tamanho mínimo, isto é, que usa o menor número de arestas. Um problema de decisão relacionado a este consiste em, dados um grafo G , vértices u e v e um inteiro k , decidir se existe um (u, v) -caminho em G que usa no máximo k arestas.

A classe P consiste dos problemas de decisão que podem ser resolvidos em tempo polinomial, isto é, em tempo $O(n^k)$ para alguma constante k , onde n é o tamanho da entrada do problema. A classe NP consiste dos problemas de decisão que são verificáveis em tempo polinomial. Isso significa que, dado um "certificado" de uma solução, é possível verificar que este certificado possui resposta "sim" em tempo polinomial no tamanho da entrada do problema.

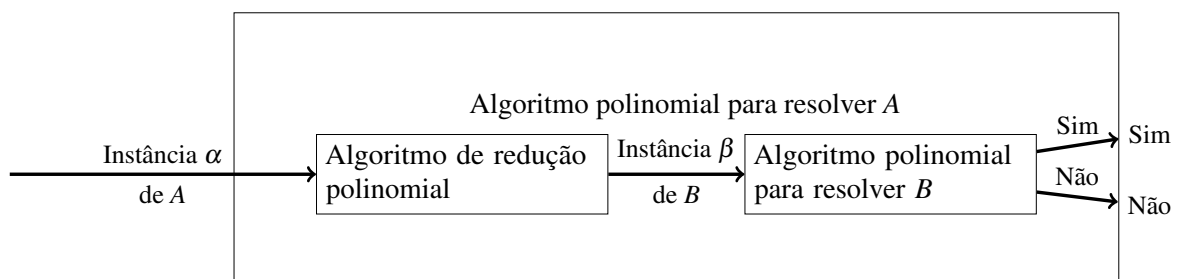
Em contrapartida, a *classe co-NP* é composta pelos problemas de decisão que são refutáveis em tempo polinomial, ou seja, é possível verificar que um certificado de uma solução possui resposta “não” em tempo polinomial no tamanho da entrada do problema.

Qualquer problema da classe P também está na classe NP. Se um problema está em P, então existe um algoritmo que o resolve em tempo polinomial. Dessa forma, dado um certificado de uma solução para este problema, é possível verificar que este certificado possui resposta “sim” em tempo polinomial através do próprio algoritmo que resolve este problema. Logo, $P \subseteq NP$. Ainda não se sabe se $NP \subseteq P$ e, assim, não é conhecido se $P = NP$ ou $P \neq NP$.

Antes de apresentar as classes NP-difícil e NP-completo, faz-se necessário a introdução do conceito de redução polinomial. Considere dois problemas de decisão A e B . Uma entrada específica para um problema é denominada de instância daquele problema. Então, suponha que existe um procedimento que transforma, em tempo polinomial, qualquer instância α de A em uma instância β de B , de tal forma que a resposta para α é “sim” se, e somente se, a resposta para β também é “sim”. Este procedimento é denominado de *algoritmo de redução polinomial* e utiliza-se $A \leq_P B$ para denotar que o problema A pode ser reduzido polinomialmente ao problema B .

Caso exista um algoritmo polinomial para resolver B , essa redução fornece um meio de resolver o problema A em tempo polinomial. Como apresentado na Figura 1, dada uma instância α de A , o algoritmo de redução polinomial a transforma em uma instância β de B . Então, a instância β é utilizada como entrada para o algoritmo polinomial que resolve o problema B e a resposta para β é utilizada como uma resposta para α . Dessa maneira, o problema de decisão A é resolvido em tempo polinomial, uma vez que cada um desses passos é executado em tempo polinomial.

Figura 1 – Como resolver um problema de decisão A em tempo polinomial utilizando um algoritmo de redução polinomial e um algoritmo que resolve um outro problema de decisão B em tempo polinomial.



Reduções polinomiais também podem ser utilizadas no sentido oposto, isto é, para mostrar que um dado problema não pode ser resolvido em tempo polinomial. De fato, considere um problema de decisão A e suponha que não pode existir um algoritmo polinomial para resolvê-lo. Além disso, considere um problema de decisão B para o qual não se sabe se existe um algoritmo polinomial que o resolva. Partindo de uma redução polinomial que transforma instâncias de A em instâncias de B , é possível provar que não pode existir um algoritmo polinomial que resolva B . Suponha, por contradição, que tal algoritmo existe. Então, usando o procedimento citado anteriormente e apresentado na Figura 1, existiria uma maneira de resolver polinomialmente A , o que contradiz a hipótese de que não existe algoritmo polinomial para A . Dessa forma, diz-se que o problema A não é mais difícil que o problema B .

Assim, um problema Q é dito ser *NP-difícil* quando todo problema da classe NP se reduz polinomialmente a ele, isto é, quando $R \leq_P Q$, para todo $R \in NP$. Note que um problema NP-difícil não é necessariamente um problema NP. Se além de ser NP-difícil, um problema também está na classe NP, então este problema é dito ser *NP-completo*. Embora a questão “ $P \neq NP$?” esteja em aberto, no geral, acredita-se que não existem algoritmos polinomiais para resolver problemas NP-completos, isto é, que $P \neq NP$ (FERREIRA *et al.*, 2001).

As classes *PO* e *NPO* são, respectivamente, a extensão das classes P e NP a problemas de otimização. Os problemas NPO para os quais existe uma α -aproximação de tempo polinomial, para alguma constante α , formam a *classe APX*. Uma α -aproximação para um problema é um algoritmo que, para toda instância deste, encontra uma solução dentro de um fator α da solução ótima. Se o problema é de minimização, então $\alpha > 1$ e a solução encontrada pelo algoritmo é no máximo α vezes a solução ótima. Já se o problema é de maximização, $\alpha < 1$ e a solução aproximada é no mínimo α vezes a solução ótima.

Um *esquema de aproximação* para um problema de otimização é um algoritmo A que recebe como entrada uma constante racional $\varepsilon > 0$ e uma instância I e retorna uma solução viável $A(I, \varepsilon)$ com um erro relativo de no máximo ε em relação ao valor $opt(I)$ de uma solução ótima da instância I , ou seja,

$$(1 - \varepsilon)opt(I) \leq val(I, A(I, \varepsilon)) \leq (1 + \varepsilon)opt(I),$$

onde $val(I, A(I, \varepsilon))$ é o valor da solução $A(I, \varepsilon)$ para a instância I e $opt(I) > 0$. Na verdade, no caso de maximização (minimização) a desigualdade mais à direita (esquerda) é sempre satisfeita. Sendo assim, apenas a desigualdade da esquerda é relevante para problemas de maximização e só faz sentido para $\varepsilon \in [0, 1]$. Neste caso, tem-se uma $(1 - \varepsilon)$ -aproximação. Para problemas de

minimização, considera-se a desigualdade da direita e, assim, tem-se uma $(1 + \varepsilon)$ -aproximação. No caso do valor ótimo $opt(I) < 0$, as seguintes desigualdades valem:

$$(1 + \varepsilon)opt(I) \leq val(I, A(I, \varepsilon)) \leq (1 - \varepsilon)opt(I).$$

Diz-se que o algoritmo A é um esquema de aproximação polinomial se este é polinomial no tamanho da entrada para todo ε fixo. A *classe PTAS* é composta pelos problemas em NPO que possuem um esquema de aproximação polinomial. Já quando o tempo de execução de um algoritmo A é polinomial no tamanho da entrada e em $1/\varepsilon$, então A é um esquema de aproximação plenamente polinomial e pertence à *classe FPTAS*.

Um problema Q está na *classe APX-difícil* se a existência de um esquema de aproximação polinomial para Q implica em $P = NP$. Um resultado de inaproximabilidade dessa forma indica que a existência de um algoritmo aproximativo polinomial, com fator de aproximação constante, para Q é improvável.

3 PRECIFICAÇÃO LIVRE DE INVEJA

Neste capítulo, é apresentada a definição formal do Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI), na Seção 3.1, bem como as formulações matemáticas existentes na literatura para o mesmo, na Seção 3.2. Na Subseção 3.2.1 são descritos os dados de entrada utilizados em todas as formulações descritas. Na Subseção 3.2.2 são apresentadas as formulações para o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária. Já a formulação para o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Múltipla é apresentada na Seção 3.2.3. Por fim, a Subseção 3.2.4 apresenta as formulações para o PPLI com Consumidores Decididos e Oferta Ilimitada.

3.1 Definição do Problema da Precificação Livre de Inveja

Dados um conjunto $C = \{1, \dots, m\}$ de consumidores, um conjunto $P = \{1, \dots, n\}$ de produtos, uma matriz $V = [v_{cS}] \in \mathbb{R}_+^{m \times 2^n}$ de valorações atribuídas a cada pacote de produtos $S \subseteq P$ por cada consumidor $c \in C$ e um vetor de ofertas $t \in \mathbb{Z}_+^n$, o Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI) consiste, de maneira geral, em determinar uma precificação dos produtos e uma alocação de um pacote (possivelmente vazio) a cada consumidor que sejam livres de inveja (GURUSWAMI *et al.*, 2005). Isso significa que cada consumidor deve estar maximamente satisfeito com sua alocação de pacote, ao comparar a precificação com as valorações previamente atribuídas por ele. Além de garantir a satisfação dos consumidores e respeitar a disponibilidade de oferta, o objetivo do PPLI é maximizar a receita do vendedor, dada pela soma dos preços dos produtos nos pacotes alocados. Para introduzir o problema de modo mais formal, fazem-se necessárias as seguintes definições:

Definição 3.1 Uma *precificação dos produtos* é um vetor $\pi \in \mathbb{R}_+^n$, onde π_p é o preço associado ao produto $p \in P$. Dada uma precificação π , a *utilidade* do pacote $S \subseteq P$ para o consumidor $c \in C$ é $u_{cS} = v_{cS} - \pi_S$, onde $\pi_S = \sum_{p \in S} \pi_p$. Por conveniência, considera-se que $u_{c\emptyset} = 0$. O *conjunto de demanda* do consumidor $c \in C$ é $D_c = \arg \max_{S \subseteq P} u_{cS}$.

Observação 3.1 Seja $c \in C$. Como $u_{c\emptyset} = 0$, vale que $u_{cS} \geq 0$ para todo $S \in D_c$. Além disso, é possível que \emptyset e $S \neq \emptyset$ pertençam simultaneamente a D_c . Isso ocorre quando $v_{cS} = \pi_S$ e $v_{cS'} \leq \pi_{S'}$, para todo $S' \subseteq P$.

Definição 3.2 Uma *alocação de pacotes aos consumidores* é uma m -tupla (S_1, S_2, \dots, S_m) , onde $S_c \subseteq P$ é o pacote alocado ao consumidor $c \in C$. Uma *alocação viável* é tal que cada produto

$p \in P$ está em no máximo t_p conjuntos S_c , isto é, $|\{c \in C : p \in S_c\}| \leq t_p$.

Definição 3.3 Dada uma precificação $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$, uma **alocação** (S_1, S_2, \dots, S_m) é **livre de inveja** se $S_c \in D_c$ para todo $c \in C$, ou seja, se é alocado a cada consumidor um pacote do seu conjunto de demanda.

Definição 3.4 Uma **precificação** π é **livre de inveja** se admite uma alocação viável e livre de inveja para π .

Problema 3.1 (PPLI) Dada a tupla (C, P, V, t) , o Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI) consiste em determinar uma precificação $\pi \in \mathbb{R}_+^n$ e uma alocação (S_1, S_2, \dots, S_m) livres de inveja que maximizem $\sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} \pi_p$ (GURUSWAMI et al., 2005).

O PPLI possui alguns casos particulares ou extensões, descritos a seguir, que podem ser gerados a partir de variações de suas características:

- **PPLI de pacote unitário:** são considerados apenas pacotes contendo exatamente um produto;
- **PPLI de demanda unitária:** cada consumidor é alocado a no máximo uma unidade do pacote;
- **PPLI de demanda múltipla:** os consumidores podem ser alocados a várias unidades de um mesmo pacote;
- **PPLI de alocação de múltiplos pacotes:** podem ser atribuídos vários pacotes distintos a cada consumidor;
- **PPLI de oferta ilimitada:** não se considera um limite na oferta de cada produto, ou seja, despreza-se t ;
- **PPLI de consumidores decididos:** cada consumidor $c \in C$ possui como entrada uma tupla (S_c, v_c) , onde S_c é seu único pacote de interesse e v_c é a valoração que este atribui para S_c , ou seja, é o valor máximo que c está disposto a pagar por S_c . Essa variante, tanto com oferta ilimitada como com limitada, é o foco de estudo da presente dissertação.

A Tabela 1 identifica as variantes do PPLI que já foram tratadas, de forma exata, na literatura e as que são foco deste trabalho. Nas próximas seções apresentamos esses trabalhos.

Variante	Oferta	Existem formulações	Foco desse trabalho
Pacote e demanda unitária	Ilimitada	X	-
Pacote e demanda unitária	Limitada	X	-
Pacote e demanda múltipla	Ilimitada	-	-
Pacote e demanda múltipla	Limitada	X	-
Alocação de múltiplos pacotes	Ilimitada	-	-
Alocação de múltiplos pacotes	Limitada	-	-
Consumidores decididos	Ilimitada	X	X
Consumidores decididos	Limitada	-	X

Tabela 1 – Variantes do PPLI com propostas de modelos matemáticos na literatura.

3.2 Formulações Matemáticas da Literatura

Esta seção aborda as formulações matemáticas existentes na literatura para o PPLI. Os nomes das formulações serão dados como as iniciais dos autores, seguidos de um índice caso estes apresentem mais de um modelo. O índice 0 indica que a formulação é não linear. No caso de apenas dois autores, serão utilizadas as iniciais dos dois e, no caso de mais autores, será utilizada apenas a inicial do primeiro.

3.2.1 Dados de Entrada

As formulações existentes na literatura para o PPLI utilizam os seguintes dados:

- $C = \{1, \dots, m\}$: conjunto de (segmentos de) consumidores;
- $P = \{1, \dots, n\}$: conjunto de (tipos de) produtos;
- N_c : número de consumidores do segmento c ;
- w_p : número de unidades do produto do tipo p disponíveis para cada segmento de consumidor;
- t_p : total disponível de produtos do tipo p ;
- v_{cp} : valoração que os consumidores do segmento c atribuem aos produtos do tipo p ;
- d_{cp} : número de unidades de produtos do tipo p que os consumidores do segmento c desejam adquirir;
- δ_c : parâmetro que determina o desempate nos casos em que os consumidores do segmento c possuem a mesma utilidade máxima para produtos diferentes;
- $\underline{\pi}_p$: preço mínimo do produto do tipo p ;
- $V_p = \max\{v_{cp} : c \in C\}$;
- S_c : pacote desejado pelo consumidor c , na variante de consumidores decididos;
- v_c : valoração que o consumidor c atribui ao pacote S_c , na variante de consumidores

decididos.

As formulações de Shioda *et al.* (2011), Salvatierra e Freitas (2018), Salvatierra e Freitas (2019) consideram que consumidores com comportamentos de compra semelhantes são agrupados em segmentos. Por esta razão, nestas formulações, o conjunto C é um conjunto de segmentos de consumidores e N_c é o número de consumidores do segmento $c \in C$. Nas outras referências, o consumidor é identificado com o próprio segmento, o que equivale a tomar $N_c = 1$, para todo $c \in C$, no caso anterior. Nesse caso, falamos simplesmente em consumidor $c \in C$. Além disso, nas formulações de Salvatierra e Freitas (2018), Salvatierra e Freitas (2019), os produtos são agrupados por tipos e, dessa forma, o conjunto P é um conjunto de tipos de produtos. Nos demais trabalhos aqui citados, cada tipo identifica um único produto, de modo que os parâmetros definidos acima referem-se simplesmente a “produto p ” em lugar de “produto do tipo p ”.

3.2.2 Precificação Livre de Inveja com Pacote Unitário e Demanda Unitária

Nesta seção, são apresentadas as formulações da literatura para a variante do PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária. No trabalho de Heilporn *et al.* (2010b), é estudado o Problema de Precificação de Rede com Arcos de Pedágio Conexos e, para este problema, uma formulação de PLIM é proposta, bem como desigualdades válidas e facetas. A formulação de Heilporn *et al.* (2010b) é convertida para o PPLI usando a redução de Heilporn *et al.* (2010a). Esse modelo é para a variante do PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Ilimitada, isto é, considera-se que apenas pacotes de tamanho um são interessantes, que cada consumidor deseja no máximo um pacote e, portanto, no máximo um produto e que não há limite na oferta de cada produto. A seguir, é apresentada esta formulação, denominada de (H) . As variáveis de decisão utilizadas são:

$$x_{cp} = \begin{cases} 1, & \text{se o consumidor } c \text{ é alocado ao produto } p \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \forall c \in C, \forall p \in P.$$

$$\pi_p = \text{preço do produto } p \quad \forall p \in P.$$

$$\bar{\pi}_{cp} = \begin{cases} \pi_p, & \text{se } x_{cp} = 1 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \forall c \in C, \forall p \in P.$$

A variável $\bar{\pi}_{cp}$ representa o valor que o consumidor $c \in C$ paga pelo produto $p \in P$. Além disso, note que $\bar{\pi}_{cp} = x_{cp}\pi_p$, ou seja, ela é utilizada para linearizar o produto das variáveis x e π .

$$(H) \max \sum_{c=1}^m \sum_{p=1}^n \bar{\pi}_{cp} \quad (3.1)$$

$$\text{s.a.} \sum_{p=1}^n (v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp}) \geq v_{ck} - \pi_k, \quad \forall c \in C, \forall k \in P \quad (3.2)$$

$$v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.3)$$

$$\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1, \quad \forall c \in C \quad (3.4)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.5)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq \pi_p - V_p(1 - x_{cp}), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.6)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.7)$$

$$\pi_p, \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.8)$$

A função objetivo (3.1) maximiza a receita do vendedor. As restrições (3.4) estabelecem a condição de demanda unitária. As restrições (3.2) e (3.3) modelam as condições de ausência de inveja:

- LI(i) caso um consumidor seja alocado a um produto p , a diferença entre o valor que ele atribui a p e o preço de p é no mínimo igual às diferenças correspondentes aos demais produtos;
- LI(ii) o valor que um consumidor c paga por um produto p é nulo, caso não seja alocado a este, ou no máximo o valor v_{cp} que ele atribui a p , caso contrário;
- LI(iii) no caso de oferta ilimitada, caso um consumidor não seja alocado a qualquer item, a valoração que ele atribui a cada produto é inferior ou igual ao preço estabelecido para o produto;

Finalmente, as restrições (3.5) e (3.6) garantem que o valor que cada consumidor paga pelo produto a que ele é alocado, caso exista algum, é exatamente o preço estabelecido para aquele produto. Note que V_p funciona com um *big-M* em cada restrição (3.6), para torná-la redundante no caso de o consumidor c não receber o produto p .

Vale destacar que (3.5)-(3.6) (junto com (3.3)) podem ser vistas como a linearização de $\bar{\pi}_{cp} = \pi_p x_{cp}$, para todos $c \in C$ e $p \in P$. Na verdade, as restrições (3.5) podem ser retiradas do modelo sem prejuízo para sua corretude. De fato, considere $c \in C$ e $p \in P$. Se $x_{cp} = 0$, então por (3.3) e (3.8), tem-se que $\bar{\pi}_{cp} = 0$ e (3.5) é satisfeita. Se $x_{cp} = 1$, então por (3.4) e (3.2) para $k = p$, tem-se que $v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp} \geq v_{cp} - \pi_p$, o que leva exatamente a restrição (3.5).

Em Shioda *et al.* (2011), é proposta uma formulação de PLIM para a mesma variante

estudada em Heilporn *et al.* (2010b), qual seja, o PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Ilimitada. Além disso, também são propostas desigualdades válidas e heurísticas para o problema. Segue a formulação proposta, denominada de (S). As variáveis de decisão utilizadas em (S) são x , π e $\bar{\pi}$, as mesmas utilizadas em (H). Vale lembrar que, para esta formulação, o conjunto C é um conjunto de segmentos de consumidores, onde cada segmento $c \in C$ possui N_c consumidores.

$$(S) \max \sum_{c=1}^m \sum_{p=1}^n N_c \bar{\pi}_{cp} \quad (3.9)$$

$$\text{s.a.} \sum_{p \neq k} (v_{cp} x_{cp} - \bar{\pi}_{cp}) \geq (v_{ck} + \delta_c) \left(\sum_{p \neq k} x_{cp} \right) - \pi_k, \quad \forall c \in C, \forall k \in P \quad (3.10)$$

$$v_{cp} x_{cp} - \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.11)$$

$$\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1, \quad \forall c \in C \quad (3.12)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.13)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq \pi_p - V_p(1 - x_{cp}), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.14)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.15)$$

$$\pi_p, \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.16)$$

A diferença entre as formulações (S) e (H) encontra-se apenas na primeira expressão que elas usam para modelar a ausência de inveja, ou seja, as restrições (3.10) e (3.2), respectivamente. Note que (3.10) garante a condição LI(i). De fato, se $x_{cp} = 1$ (o que implica $\bar{\pi}_{cp} = \pi_p$), então (3.10) para $k \neq p$ torna-se $v_{cp} - \pi_p \geq (v_{ck} - \pi_k) + \delta_c$. O papel do parâmetro $\delta_c > 0$ é garantir que a utilidade $v_{cp} - \pi_p$ do produto p atribuído a c seja estritamente maior que a utilidade dos demais produtos para este consumidor. Em geral, (3.10) para $k \in P$ equivale a $v_{cp} - \pi_p \geq (v_{ck} - \pi_k) + \delta_c$, se $x_{cp} = 1$ para algum $p \neq k$, ou é a desigualdade $\pi_k \geq 0$, caso contrário.

Por sua vez, a formulação (S) não impõe explicitamente a condição LI(iii), de que a não alocação de produtos a um consumidor deve ocorrer quando sua valoração para cada produtor é inferior ou igual ao preço deste. Entretanto, a função objetivo leva ao cumprimento dessa restrição por uma solução ótima.

Vale destacar a seguinte relação entre as duas formulações. Para cada $c \in C$ e $k \in P$,

a restrição correspondente em (3.2) leva a

$$\begin{aligned} \sum_{p \neq k} (v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp}) &\geq (v_{ck} - \pi_k) - (v_{ck}x_{ck} - \bar{\pi}_{ck}) \\ &= v_{ck}(1 - x_{ck}) - \pi_k + \bar{\pi}_{ck} \\ &\geq v_{ck} \sum_{p \neq k} x_{cp} - \pi_k \end{aligned}$$

onde a última desigualdade deve-se a $\bar{\pi}_{ck} \geq 0$ e $\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1$. Sendo assim, desconsiderando-se δ_c , as desigualdades (3.2) dominam (3.10), implicando que a relaxação linear de (H) é potencialmente melhor que a de (S).

No trabalho de Myklebust *et al.* (2016), além de heurísticas, é proposta uma formulação de PLIM, denominada de (M), também para o PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Ilimitada. A seguir, apresenta-se essa formulação, onde além das variáveis x , π e $\bar{\pi}$, é utilizada uma nova variável $v \in \mathbb{R}^{n \times n \times m}$. Esta variável é empregada para expressar as condições de ausência de inveja, agora garantidas por (3.18)-(3.19).

$$(M) \max \sum_{c=1}^m \sum_{p=1}^n \bar{\pi}_{cp} \quad (3.17)$$

$$\text{s.a. } \pi_k \geq \sum_{p=1}^n v_{kpc}, \quad \forall c \in C, \forall k \in P \quad (3.18)$$

$$v_{kpc} \geq (v_{ck} - v_{cp})x_{cp} + \bar{\pi}_{cp}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P, \forall k \in P \quad (3.19)$$

$$v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.20)$$

$$\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1, \quad \forall c \in C \quad (3.21)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.22)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq \pi_p - V_p(1 - x_{cp}), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.23)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.24)$$

$$\pi_p, \bar{\pi}_{cp}, v_{kpc} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P, \forall k \in P \quad (3.25)$$

As restrições (3.18)-(3.19) modelam a condição LI(i). Isso significa que, se o consumidor c é alocado ao produto p , então deve-se ter $v_{cp} - \pi_p \geq v_{ck} - \pi_k$ para todo $k \in P$. De fato, quando $x_{cp} = 1$ e, por conseguinte, $\bar{\pi}_{cp} = \pi_p$, então (3.18)-(3.19) implica $\pi_k \geq v_{kpc} \geq v_{ck} - v_{cp} + \pi_p$, ou melhor $v_{cp} - \pi_p \geq v_{ck} - \pi_k$. Note que essa mesma conclusão é obtida quando se considera igualdade em cada restrição de (3.18). Na verdade, essa opção mantém a corretude da formulação, além de permitir a eliminação das variáveis v , como mostramos a seguir.

Para completar a argumentação de validade da formulação (M) , basta mostrar que as restrições (3.18) não limitam a precificação π definida pelas demais restrições. Para tal, considere a substituição em (3.18) do valor de v_{kpc} obtido a partir de (3.19) na igualdade. Assim, obtém-se

$$\pi_k \geq v_{ck} \sum_{p=1}^n x_{cp} - \sum_{p=1}^n (v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp}).$$

ou, equivalentemente,

$$\sum_{p=1}^n (v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp}) \geq v_{ck} \sum_{p=1}^n x_{cp} - \pi_k. \quad (3.26)$$

Como $\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1$, essa restrição é mais fraca que (3.2) e, portanto, válida. Isso mostra também que a relaxação linear de (H) é potencialmente mais forte que a de (M) . Além disso, somando (3.26) com a desigualdade trivial $-v_{ck}x_{ck} + \bar{\pi}_{ck} \geq -v_{ck}x_{ck}$, obtém-se (3.10), que é, portanto, dominada por (3.26). Logo, a relaxação linear de (M) é potencialmente mais apertada que a de (S) .

Em (FERNANDES *et al.*, 2016), são propostas duas novas formulações de PLIM para a variante do PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Ilimitada. Além disso, também são apresentados três geradores de instâncias com boas interpretações econômicas para este problema. A primeira formulação, denominada de (F_1) , é apresentada a seguir. Ela utiliza, além das variáveis x e π , uma nova variável $z \in \mathbb{R}_+^m$, onde:

$$z_c = \begin{cases} \pi_p, & \text{se } x_{cp} = 1 \\ 0, & \text{se } \sum_{p=1}^n x_{cp} = 0 \end{cases} \quad \forall c \in C.$$

Em outros termos, z_c é valor pago pelo consumidor $c \in C$.

$$(F_1) \max \sum_{c=1}^m z_c \quad (3.27)$$

$$\text{s.a. } \sum_{p=1}^n v_{cp}x_{cp} - z_c \geq v_{ck} - \pi_k, \quad \forall c \in C, \forall k \in P \quad (3.28)$$

$$\sum_{p=1}^n v_{cp}x_{cp} - z_c \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (3.29)$$

$$\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1, \quad \forall c \in C \quad (3.30)$$

$$z_c \geq \pi_p - V_p(1 - x_{cp}), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.31)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.32)$$

$$\pi_p, z_c \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.33)$$

Note que a variável z_c é dada pela expressão $z_c = \sum_{p=1}^n x_{cp}\pi_p$ e, assim, pode ser utilizada para linearizar esse produto de variáveis. Com respeito às variáveis usadas nas três formulações anteriores, há a relação $z_c = \sum_{p=1}^n \bar{\pi}_{cp}$. Com essa transformação de variáveis, percebe-se as seguintes correspondências entre as formulações (H) e (F_1) :

- as funções objetivo (3.1) e (3.27), assim como as restrições (3.2) e (3.28) e as restrições (3.4) e (3.30) são equivalentes;
- Para cada $c \in C$, a restrição (3.29) é uma soma em $p \in P$ das restrições (3.3);
- Cada restrição em (3.31) é obtida da restrição correspondente em (3.6) pela troca, no lado esquerdo, de $\bar{\pi}_{cp}$ por z_c , sendo portanto um enfraquecimento desta, já que $z_c \geq \bar{\pi}_{cp}$.

Dessa forma, conclui-se que a relaxação linear de (F_1) é potencialmente mais fraca. A corretude da formulação, porém, continua assegurada. As correspondências estabelecidas acima entre as restrições mantêm uma correspondência entre os pontos viáveis de ambas as formulações (lembre que as restrições (3.5), sem correspondência em (F_1) , podem ser desprezadas em (H)).

A seguir, é apresentada a outra formulação de Fernandes *et al.* (2016), denominada de (F_2) . Essa formulação utiliza uma nova variável $u \in \mathbb{R}_+^m$, além das variáveis x e π , onde u_c representa a utilidade do consumidor $c \in C$, ou seja, a diferença entre o valor que ele atribui ao produto que lhe é alocado e o preço deste (ou zero no caso de não ser alocado a qualquer produto).

$$(F_2) \max \sum_{c=1}^m \sum_{p=1}^n v_{cp}x_{cp} - \sum_{c=1}^m u_c \quad (3.34)$$

$$\text{s.a. } u_c \geq v_{cp} - \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.35)$$

$$u_c \leq \sum_{k=1}^n v_{ck}x_{ck} - \pi_p + V_p(1 - x_{cp}), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.36)$$

$$\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1, \quad \forall c \in C \quad (3.37)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.38)$$

$$\pi_p, u_c \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.39)$$

A formulação (F_2) pode ser obtida de (H) com a transformação de variáveis $u_c = \sum_{p=1}^n (v_{cp}x_{cp} - \bar{\pi}_{cp})$, para todo $c \in C$. De fato, observa-se que:

- As expressões (3.34), (3.35) e (3.37) são a tradução de (3.1), (3.2) e (3.4), respectivamente;
- A soma em $p \in P$ das restrições (3.3) resultam em $u_c \geq 0$; como visto, essa mesma soma foi usada para gerar (3.29);

- A troca do lado esquerdo de (3.6) de $\bar{\pi}_{cp}$ por $\sum_{k=1}^n \bar{\pi}_{ck}$ leva exatamente a (3.36); esse mesmo enfraquecimento foi utilizado para obter (3.31).

Com essas observações, conclui-se que a relaxação de (F_2) é potencialmente mais fraca que a de (H) . Mais ainda, observando que as restrições $z_c \geq 0$ são desnecessárias em (F_1) e usando a transformação $u_c = \sum_{p=1}^n v_{cp}x_{cp} - z_c$, chega-se ao resultado de que (F_2) é uma tradução de (F_1) , pela substituição de z_c por u_c . Isto significa que há uma correspondência biunívoca entre os pontos viáveis das relaxações lineares dessas formulações e, conseqüentemente, também entre os pontos viáveis delas próprias.

No trabalho de Salvatierra e Freitas (2019), é proposta uma formulação de PNLIM para o PPLI com Pacote Unitário, Demanda Unitária e Oferta Limitada. Assim, nesse modelo, considera-se que há um número máximo de cópias disponíveis de cada produto, diferentemente das formulações apresentadas anteriormente que abordam a variante de oferta ilimitada. Entretanto, ele pode ser trivialmente adaptado para o caso de oferta ilimitada. Vale ressaltar que, assim como em (SHIODA *et al.*, 2011), o conjunto C representa um conjunto de segmentos de consumidores. Além disso, também considera-se que os produtos são agrupados por tipos e, dessa forma, o conjunto P é um conjunto de tipos de produtos e cada tipo $p \in P$ possui um preço mínimo $\underline{\pi}_p$. A seguir, é apresentada esta formulação, denominada de (SF_1) . As variáveis utilizadas são apenas as de alocação x e precificação π .

$$(SF_1) \max \sum_{c=1}^m \sum_{p=1}^n N_c x_{cp} \pi_p \quad (3.40)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{p \neq k} (v_{cp} - \pi_p) x_{cp} \geq v_{ck} \sum_{p \neq k} x_{cp} - \pi_k, \quad \forall c \in C, \forall k \in P \quad (3.41)$$

$$(v_{cp} - \pi_p) x_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.42)$$

$$\sum_{p=1}^n x_{cp} \leq 1, \quad \forall c \in C \quad (3.43)$$

$$\sum_{c=1}^m N_c x_{cp} \leq t_p, \quad \forall p \in P \quad (3.44)$$

$$\pi_p \geq \underline{\pi}_p, \quad \forall p \in P \quad (3.45)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (3.46)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.47)$$

A formulação (SF_1) é essencialmente a formulação (S) com a substituição de $\bar{\pi}_{cp}$ por $\pi_p x_{cp}$, para todos $c \in C$ e $p \in P$, o que dispensa as restrições de linearização (3.5)-(3.6). Similarmente ao visto nos comentários da formulação (H) , uma relaxação potencialmente mais

Formulação	Tipo	Num. Variáveis	Num. Restrições	Referência
(H)	PLIM	$2nm + n$	$4nm + m$	(HEILPORN <i>et al.</i> , 2010b)
(S)	PLIM	$2nm + n$	$4nm + m$	(SHIODA <i>et al.</i> , 2011)
(M)	PLIM	$mn^2 + 2nm + n$	$mn^2 + 4nm + m$	(MYKLEBUST <i>et al.</i> , 2016)
(F ₁)	PLIM	$nm + n + m$	$2nm + 2m$	(FERNANDES <i>et al.</i> , 2016)
(F ₂)	PLIM	$nm + n + m$	$2nm + m$	(FERNANDES <i>et al.</i> , 2016)
(SF ₁)	PNLIM	$nm + n$	$2nm + 2n + m$	(SALVATIERRA; FREITAS, 2019)

Tabela 2 – Formulações para o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária.

forte é obtida substituindo (3.41) por

$$\sum_{p=1}^n (v_{cp} - \pi_p)x_{cp} \geq v_{ck} \sum_{p=1}^n x_{cp} - \pi_k, \quad \forall c \in C, \forall k \in P.$$

Note, porém, que não se pode agora retirar o multiplicador $\sum_{p=1}^k x_{cp}$ na expressão do lado direito da desigualdade. Devido à limitação de oferta (restrições (3.44)), pode ocorrer $v_{ck} - \pi_k > 0$ para algum $k \in P$, mesmo que nenhum produto seja alocado ao consumidor do segmento $c \in C$.

A Tabela 2 sumariza algumas características das formulações aqui apresentadas para o PPLI com Pacote Unitário e Demanda Unitária.

3.2.3 Precificação Livre de Inveja com Pacote Unitário, Demanda Múltipla e Oferta Limitada

Em (SALVATIERRA; FREITAS, 2018), o problema de precificação é definido no contexto da venda de ingressos para eventos esportivos, sendo considerada a variante do PPLI com Pacote Unitário e Demanda Múltipla. Uma formulação de PNLIM do problema é proposta, onde se considera que os ingressos são tipificados de acordo com a proximidade e visibilidade do campo, que consumidores com comportamentos de compra semelhantes são agrupados em segmentos, que há um limite na oferta de cada tipo de ingresso, que os consumidores estão dispostos a adquirir várias unidades do mesmo tipo de ingresso, que não há diferenças de preços para o mesmo tipo de ingresso e, também, que a empresa realiza análises de mercado com o objetivo de observar o comportamento de compra de potenciais consumidores, estimando as valorações que estes atribuem aos tipos de ingresso. Além disso, Salvatierra e Freitas (2018) também propõem uma linearização desta formulação, denominada de (SF₂) e apresentada a seguir. As variáveis de decisão utilizadas são:

$$x_{cp} = \begin{cases} 1, & \text{se o consumidor } c \text{ é alocado ao produto } p \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \forall c \in C, \forall p \in P. \quad (3.48)$$

$$\pi_p = \text{preço do produto } p \quad \forall p \in P. \quad (3.49)$$

$$\bar{\pi}_{cp} = \begin{cases} \pi_p, & \text{se } x_{cp} = 1 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \forall c \in C, \forall p \in P. \quad (3.50)$$

$$(SF_2) \max \sum_{c=1}^m \sum_{p=1}^n N_c d_{cp} \bar{\pi}_{cp} \quad (3.51)$$

$$\text{s.a. } \sum_{p \neq k} (v_{cp} x_{cp} - \bar{\pi}_{cp}) \geq (v_{ck} + \delta_c) \left(\sum_{p \neq k} x_{cp} \right) - \pi_k, \quad \forall c \in C, \forall k \in P \quad (3.52)$$

$$v_{cp} x_{cp} - \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.53)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.54)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq \pi_p - V_p (1 - x_{cp}), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.55)$$

$$\sum_{c=1}^m N_c x_{cp} d_{cp} \leq t_p, \quad \forall p \in P \quad (3.56)$$

$$\sum_{k=1}^n x_{ck} d_{ck} \leq w_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.57)$$

$$x_{cp} \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.58)$$

$$\pi_p, \bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.59)$$

Essa formulação é essencialmente a adaptação da formulação (S), de Shioda *et al.* (2011), que trata o caso com pacote unitário, demanda unitária e oferta ilimitada, para a variante com pacote unitário, demanda múltipla e oferta limitada. Para isso, são adicionadas as restrições (3.56) que limitam a alocação de produtos do tipo p à sua disponibilidade t_p . Além disso, são acrescentadas as restrições (3.57) para limitar a w_p a quantidade de produtos do tipo p para cada segmento de consumidores.

3.2.4 Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos e Oferta Ilimitada

Os primeiros trabalhos a apresentarem formulações matemáticas para o PPLI com Consumidores Decididos e Oferta Ilimitada são Plein (2017), Bucarey *et al.* (2021). Os autores também propõem linearizações, realizam um estudo poliédrico e apresentam desigualdades váli-

das e extensivos experimentos numéricos. Segue a formulação de PNLIM proposta, denominada de (B_0) . As variáveis de decisão utilizadas são:

$$x_c = \begin{cases} 1, & \text{se o consumidor } c \text{ é alocado ao seu pacote } S_c \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \forall c \in C.$$

$$\pi_p = \text{preço do produto } p \quad \forall p \in P.$$

$$(B_0) \max \sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} x_c \pi_p \quad (3.60)$$

$$\text{s.a. } x_c \left(\sum_{p \in S_c} \pi_p - v_c \right) \leq 0, \quad \forall c \in C \quad (3.61)$$

$$(1 - x_c) \left(\sum_{p \in S_c} \pi_p - v_c \right) \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (3.62)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (3.63)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (3.64)$$

As restrições (3.61)-(3.62) asseguram as condições de ausência de inveja para o caso de consumidores decididos, ou seja, que um consumidor c é alocado ao seu pacote de interesse S_c se, e somente se, o preço nos produtos do pacote não ultrapassa o valor a ele atribuído por c . Note porém que, devido à função objetivo, as restrições (3.62) poderiam ser descartadas nesta variante que considera ilimitada a oferta dos produtos. Sempre que $\sum_{p \in S_c} \pi_p \leq v_c$, a melhor escolha é atender o consumidor c ($x_c = 1$). Então, $x_c = 0$ em uma solução ótima significa que $\sum_{p \in S_c} \pi_p \geq v_c$ e, assim, pode-se omitir essas restrições, que garantiriam isso. Elas serão necessárias apenas quando houver oferta limitada dos produtos.

Antes de apresentar as linearizações propostas pelos autores, faz-se necessário definir os limites superiores que estes utilizam. Para $p \in P$, seja

$$U(\pi_p) = \max_{c \in C} \{v_c : p \in S_c\}.$$

Perceba que $U(\pi_p)$ é um limite superior para a variável π_p . De fato, se $\pi_p > U(\pi_p)$, então nenhum consumidor $c \in C$ tal que $p \in S_c$ poderia ser atendido e, conseqüentemente, o produto p nunca seria vendido. Isso implica que $\pi_p \leq U(\pi_p)$ em qualquer solução ótima (BUCAREY *et al.*, 2021). Agora, considere $U(S)$ o limite superior no preço total de um pacote de produtos $S \subseteq N$. Os autores definem

$$U(S) = \sum_{p \in S} U(\pi_p).$$

Abaixo, segue a primeira linearização proposta por Bucarey *et al.* (2021), nomeada de (B_1) . São introduzidas as variáveis $z_c = x_c \sum_{p \in S_c} \pi_p$, para todo $c \in C$. Note que z_c representa o preço pago pelo consumidor c , uma vez que, se $x_c = 1$, então $z_c = \sum_{p \in S_c} \pi_p$ (preço do pacote S_c) e, caso contrário, $z_c = 0$, já que c não é alocado ao seu pacote S_c . Essas relações são de fato estabelecidas em (B_1) . Quando $x_c = 0$, as restrições (3.66) e (3.71) garantem $z_c = 0$, enquanto (3.67)-(3.68) são redundantes devido ao big-M $U(S_c)$. Por sua vez, estas últimas restrições garantem $z_c = \sum_{p \in S_c} \pi_p$ quando $x_c = 1$, sendo tal soma no máximo v_c por (3.66).

$$(B_1) \max \sum_{c \in C} z_c \quad (3.65)$$

$$\text{s.a. } z_c \leq x_c v_c, \quad \forall c \in C \quad (3.66)$$

$$z_c \leq \sum_{p \in S_c} \pi_p, \quad \forall c \in C \quad (3.67)$$

$$z_c \geq \sum_{p \in S_c} \pi_p - U(S_c)(1 - x_c), \quad \forall c \in C \quad (3.68)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (3.69)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (3.70)$$

$$z_c \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (3.71)$$

As restrições (3.66) são exatamente (3.61) reescritas em termos das variáveis z . Por sua vez, as restrições (3.62) não possuem correspondente em (B_1) , visto que elas podem ser descartadas no caso de oferta ilimitada. Entretanto, sua correspondente é $z_c \leq \sum_{p \in S_c} \pi_p - v_c(1 - x_c)$, que dominaria (3.67).

Na segunda linearização proposta por Bucarey *et al.* (2021), apresentada a seguir e denominada (B_2) , ao invés de substituir o produto $x_c \sum_{p \in S_c} \pi_p$, para todo $c \in C$, os autores são mais precisos e substituem cada produto $x_c \pi_p$, para todos $c \in C$ e $p \in S_c$. Assim, são introduzidas as variáveis $\bar{\pi}_{cp} = x_c \pi_p$, para todos $c \in C$ e $p \in S_c$. Note que $\bar{\pi}_{cp}$ representa o preço pago pelo consumidor c no produto p , uma vez que:

$$\bar{\pi}_{cp} = \begin{cases} \pi_p, & \text{se } x_c = 1 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad \forall c \in C, \forall p \in S_c.$$

$$(B_2) \max \sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} \bar{\pi}_{cp} \quad (3.72)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{p \in S_c} \bar{\pi}_{cp} \leq x_c v_c, \quad \forall c \in C \quad (3.73)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in S_c \quad (3.74)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq \pi_p - U(\pi_p)(1 - x_c), \quad \forall c \in C, \forall p \in S_c \quad (3.75)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq U(\pi_p)x_c, \quad \forall c \in C, \forall p \in S_c \quad (3.76)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (3.77)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (3.78)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in S_c \quad (3.79)$$

Para cada $c \in C$ e $p \in S_c$, a relação $\bar{\pi}_{cp} = x_c \pi_p$ é garantida por (3.76) e (3.79), quando $x_c = 0$, e por (3.74)-(3.75), quando $x_c = 1$. Note porém que as restrições (3.73) implicam $\bar{\pi}_{cp} \leq x_c v_c$, para todos $c \in C$ e $p \in S_c$, e então, pela definição de $U(\pi_p)$, as restrições (3.76) são redundantes.

Como nas formulações acima não existem restrições que envolvem dois clientes, Bucarey *et al.* (2021) propõem as seguintes desigualdades não lineares válidas com o objetivo de relacionar as decisões de compra de dois clientes:

$$\left(\sum_{p \in S_{c'}} \pi_p - v_{c'} \right) (x_{c'} + x_c - 1) \leq 0, \quad \forall c, c' \in C, c \neq c' \quad (3.80)$$

$$\left(\sum_{p \in S_{c'}} \pi_p - v_{c'} \right) (x_{c'} - x_c) \leq 0, \quad \forall c, c' \in C, c \neq c' \quad (3.81)$$

Considerando as soluções com x binário, note que as desigualdades (3.80) são não triviais apenas quando $x_c = x_{c'}$. Nesse caso, elas se tornam ou $\sum_{p \in S_{c'}} \pi_p \leq v_{c'}$ ou $\sum_{p \in S_{c'}} \pi_p \geq v_{c'}$, de forma coerente com a situação definida por x_c e $x_{c'}$. Observação similar vale para (3.81) quando $x_c \neq x_{c'}$.

Os autores apresentam um terceiro modelo, fazendo uma extensão de (B₂) e utilizando essas desigualdades (3.80) e (3.81). Para linearizá-las, são adicionadas as variáveis $\bar{\pi}_{cp}$, para $c \in C$ e $p \notin S_c$. Dessa forma, agora as variáveis $\bar{\pi}_{cp}$ tem sua definição estendida para todos $c \in C$ e $p \in P$. A seguir, é apresentada essa formulação, nomeada de (B₃).

$$(B_3) \max \sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} \bar{\pi}_{cp} \quad (3.82)$$

$$\text{s.a.} \sum_{p \in S_c} \bar{\pi}_{cp} \leq x_c v_c, \quad \forall c \in C \quad (3.83)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq \pi_p, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.84)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \leq U(\pi_p)x_c, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.85)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq \pi_p - U(\pi_p)(1 - x_c), \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.86)$$

$$\sum_{p \in S_{c'}} (\bar{\pi}_{c'p} + \bar{\pi}_{cp} - \pi_p) \leq v_{c'}(x_{c'} + x_c - 1), \quad \forall c, c' \in C, c \neq c' \quad (3.87)$$

$$\sum_{p \in S_{c'}} (\bar{\pi}_{c'p} - \bar{\pi}_{cp}) \leq v_{c'}(x_{c'} - x_c), \quad \forall c, c' \in C, c \neq c' \quad (3.88)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (3.89)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (3.90)$$

$$\bar{\pi}_{cp} \geq 0, \quad \forall c \in C, \forall p \in P \quad (3.91)$$

Note que as restrições (3.87) e (3.88) são, respectivamente, as linearizações das desigualdades (3.80) e (3.81). Além disso, Bucarey *et al.* (2021) provam que as restrições (3.85) são redundantes em (B_3) mesmo para $c \in C$ e $p \notin S_c$ e, assim, podem ser omitidas. Nos experimentos apresentados em Bucarey *et al.* (2021), os autores mostram que a introdução das desigualdades válidas (3.80) e (3.81) não deram bons resultados e, portanto, não serão utilizadas nos experimentos computacionais dos modelos propostos nessa dissertação.

No próximo capítulo, mais especificamente na Tabela 3, será apresentado um resumo das dimensões das formulações para a variante do PPLI com Consumidores Decididos, tanto as existentes na literatura quanto as propostas neste trabalho.

4 FORMULAÇÕES PROPOSTAS PARA A VERSÃO COM CONSUMIDORES DECIDIDOS

Neste capítulo, é apresentado o Problema da Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos, foco de estudo deste trabalho, onde sua definição para o caso de oferta limitada encontra-se na Seção 4.1. Na seções 4.2 e 4.3, são propostas, respectivamente, uma formulação quadrática para o problema e duas linearizações desta. Nestas linearizações, utiliza-se um valor de *big-M*, que é definido formalmente na Seção 4.4. Por fim, na Seção 4.5, essas formulações propostas para o PPLI com Consumidores Decididos e Oferta Limitada são adaptadas para o caso de oferta ilimitada.

4.1 Problema da Precificação Livre de Inveja com Consumidores Decididos e Oferta Limitada

A versão com consumidores decididos é um caso particular do Problema 3.1, onde cada linha da matriz de valoração V possui exatamente um elemento não nulo, referente ao pacote de interesse de cada consumidor. Em outros termos, cada consumidor c possui uma tupla (S_c, v_c) , onde S_c é o pacote que ele deseja adquirir e v_c é o valor máximo que ele está disposto a pagar por S_c . Assim, a entrada do problema passa a ser uma tupla (C, P, \mathcal{S}, t) , onde C é o conjunto de consumidores, P é o conjunto de produtos, cada entrada $t_p \in \mathbb{Z}_+$ do vetor t define a oferta máxima do produto $p \in P$, e $\mathcal{S} = \{(S_c, v_c) : c \in C\}$. Uma solução para este problema consiste de uma precificação $\pi \geq 0$ e um subconjunto W de consumidores, chamados de “vencedores”, cada um alocado ao pacote que deseja, satisfazendo:

- Restrições de capacidade: todo produto $p \in P$ é alocado a no máximo t_p consumidores, ou seja, $|\{c \in W : p \in S_c\}| \leq t_p$;
- Restrições livres de inveja: para cada consumidor $c \notin W$, devemos ter $\sum_{p \in S_c} \pi_p \geq v_c$. Assim, o conjunto vencedor W deve satisfazer $\{c \in C : \sum_{p \in S_c} \pi_p < v_c\} \subseteq W \subseteq \{c \in C : \sum_{p \in S_c} \pi_p \leq v_c\}$.

A precificação e a alocação devem maximizar a receita, dada por $\sum_{c \in W} \sum_{p \in S_c} \pi_p$. Os consumidores em $C \setminus W$ são chamados “perdedores”.

4.2 Formulação Quadrática

A seguir, é apresentada uma formulação de PNLIM para este problema, denominada (CD_0) . São utilizadas duas variáveis de decisão: π_p para representar o preço do produto $p \in P$ e x_c para representar o conjunto W , onde $x_c = 1$ se o consumidor $c \in C$ é atendido e, caso contrário, $x_c = 0$.

$$(CD_0) \max \sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} x_c \pi_p \quad (4.1)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{c \in C: p \in S_c} x_c \leq t_p, \quad \forall p \in P \quad (4.2)$$

$$x_c \left(\sum_{p \in S_c} \pi_p - v_c \right) \leq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.3)$$

$$(1 - x_c) \left(\sum_{p \in S_c} \pi_p - v_c \right) \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.4)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (4.5)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (4.6)$$

A função objetivo consiste em maximizar a receita total, dada por $\sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} x_c \pi_p$. As restrições (4.2) são as restrições de capacidade, enquanto (4.3) e (4.4) são as restrições livres de inveja, que garantem que $\sum_{p \in S_c} \pi_p \leq v_c$, caso $x_c = 1$ e, caso contrário, $\sum_{p \in S_c} \pi_p \geq v_c$. Note que essa formulação nada mais é que a formulação (B_0) de Bucarey *et al.* (2021), acrescida das restrições (4.2). Como argumentado na Subseção 3.2.4, as restrições (4.4) são necessárias apenas no caso de oferta limitada e, por isso, precisam ser adicionadas em (CD_0) e não em (B_0) .

4.3 Linearizações

Segue uma primeira proposta de linearização, nomeada de (CD_1) , para a formulação quadrática (CD_0) , com a adição da variável $z_c = x_c \sum_{p \in S_c} \pi_p, \forall c \in C$, a mesma usada na formulação (B_1) . Note que z_c representa o preço pago pelo consumidor c , isto é, se $x_c = 1$, então o preço pago por c é o preço do pacote S_c ($\sum_{p \in S_c} \pi_p$) e, se $x_c = 0$, então $z_c = 0$, visto que o consumidor c não é alocado ao seu pacote S_c . Com essas variáveis adicionais, a formulação (CD_0) pode ser reescrita como:

$$(CD_1) \max \sum_{c \in C} z_c \quad (4.7)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{c \in C: p \in S_c} x_c \leq t_p, \quad \forall p \in P \quad (4.8)$$

$$z_c \leq x_c v_c, \quad \forall c \in C \quad (4.9)$$

$$z_c \leq \sum_{p \in S_c} \pi_p - (1 - x_c) v_c, \quad \forall c \in C \quad (4.10)$$

$$z_c \geq \sum_{p \in S_c} \pi_p - (1 - x_c) M_c, \quad \forall c \in C \quad (4.11)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (4.12)$$

$$z_c \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.13)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (4.14)$$

onde cada parâmetro M_c , para $c \in C$, é um valor suficientemente grande para tornar inócua a restrição correspondente em (4.11) quando $x_c = 0$. Isso significa dizer que existe uma solução ótima (x^*, π^*, z^*) tal que $M_c \geq \sum_{p \in S_c} \pi_p^*$, para todo $c \in C$.

As restrições (4.8) asseguram que a disponibilidade de cada produto $p \in P$ seja respeitada. As restrições (4.9) e (4.13) garantem que $z_c = 0$ quando $x_c = 0$ e, por (4.10), tem-se que $\sum_{p \in S_c} \pi_p \geq v_c$ nesse caso. Quando $x_c = 1$, as restrições (4.10) e (4.11) fazem $z_c = \sum_{p \in S_c} \pi_p$ e, por (4.9), tem-se que $\sum_{p \in S_c} \pi_p \leq v_c$. Além disso, perceba que (4.10) é mais forte que a desigualdade (3.67), usada por (BUCAREY *et al.*, 2021).

A segunda formulação linear, denominada (CD_2) , segue de outra proposta de linearização da formulação quadrática (CD_0) , usando a variável

$$u_c = \left(v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p \right) x_c, \quad (4.15)$$

para todo $c \in C$. Note que u_c fornece a utilidade do consumidor c , sendo dada igualmente por $u_c = \max \{0, v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p\}$, uma vez que as restrições garantem que $v_c \geq \sum_{p \in S_c} \pi_p$ se, e somente se, $x_c = 1$. Com isso, a formulação (CD_0) torna-se:

$$(CD_2) \max \sum_{c \in C} v_c x_c - \sum_{c \in C} u_c \quad (4.16)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{c \in C: p \in S_c} x_c \leq t_p, \quad \forall p \in P \quad (4.17)$$

$$u_c \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.18)$$

$$u_c \geq v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p, \quad \forall c \in C \quad (4.19)$$

$$u_c \leq v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p + (M_c - v_c)(1 - x_c) \quad \forall c \in C \quad (4.20)$$

$$u_c \leq v_c x_c \quad \forall c \in C \quad (4.21)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (4.22)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (4.23)$$

A função objetivo (4.16) e as restrições (4.18)-(4.19) correspondem exatamente a (4.1) e (4.3)-(4.4) com o uso da transformação (4.15). Para provar a corretude da formulação, resta então mostrar que a relação (4.15) é satisfeita em toda solução ótima. Considere $c \in C$. Quando $x_c = 1$, as restrições (4.18)-(4.20) implicam $u_c = v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p \geq 0$, como desejado, e (4.21) é redundante. Quando $x_c = 0$, as restrições (4.18)-(4.19) e (4.21) levam a $u_c = 0 \geq v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p$, conforme esperado, e restrição (4.20) torna-se redundante devido a M_c . Observe que esse parâmetro pode ter o mesmo valor daquele usado na formulação (CD_1) .

Vale destacar que as restrições (4.21) podem ser descartadas sem prejuízo para corretude da formulação. De fato, considere uma solução ótima (x, π, u) , obtida com a exclusão dessas restrições. Suponha $x_c = 0$ e $u_c > 0$ para algum $c \in C$. Então $v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p > 0$, do contrário uma solução melhor poderia ser obtida fazendo $u_c = 0$. Além disso, a função objetivo força u_c a receber o menor valor possível e, portanto, $u_c = v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p$. Entretanto, fazendo $x_c = 1$, seria obtida uma nova solução viável de melhor valor. Sendo assim, pode-se concluir que, se $x_c = 0$, então $u_c = 0$, garantindo que (4.21) é satisfeita.

Finalmente, é importante mencionar que as expressões da formulação (CD_2) são exatamente aquelas de (CD_1) com a transformação $u_c = v_c x_c - z_c$, para todo $c \in C$. Consequentemente, as formulações possuem o mesmo valor de relaxação linear.

4.4 Definição do big- M

Um ponto importante nas formulações (CD_1) e (CD_2) , apresentadas na seção anterior, são os valores escolhidos para os parâmetros M_c , para $c \in C$. Eles impactam diretamente na qualidade da relaxação linear. Para determiná-los, as seguintes definições e notações serão úteis.

Uma *cobertura* de um conjunto de produtos $P' \subseteq P$ por um conjunto de clientes $C' \subseteq C$ é um subconjunto $K \subseteq C'$ desses clientes cuja união dos pacotes de interesse contém P' , ou seja, $\bigcup_{c \in K} S_c \supseteq P'$. Essa cobertura é minimal se $K \setminus \{c\}$ não é cobertura de P' , para todo $c \in K$.

Uma *transversal* de um conjunto de clientes $C' \subseteq C$ por um conjunto de produtos $P' \subseteq P$ é um subconjunto $T \subseteq P'$ que intersepta o pacote de cada cliente em C' , ou seja, $T \cap S_c \neq \emptyset$, para todo $c \in C'$. Essa transversal é minimal se $T \setminus \{p\}$ não é transversal de C' , para todo $p \in T$.

Dado um consumidor $c \in C$, sejam I_1, I_2, \dots, I_{t_c} as possíveis interseções não vazias de S_c com cada pacote dos vários consumidores, isto é,

$$\{\emptyset, I_1, I_2, \dots, I_{t_c}\} = \{S_c \cap S_{c'} : c' \in C\}.$$

A proposição a seguir fornece um valor alternativo para $U(S_c)$, limite superior no preço total do pacote S_c , a ser denotado por $U'(S_c)$ para diferenciação.

Proposição 4.1 *As formulações (CD_1) ((4.7)-(4.14)) e (CD_2) ((4.16)-(4.23)) são corretas com $M_c = U'(S_c)$, para todo $c \in C$, onde*

$$U'(S_c) = \sum_{i=1}^{t_c} \max\{v_{c'} : S_{c'} \cap S_c = I_i, c' \in C\}.$$

Considere uma precificação ótima π e a respectiva classificação x dos clientes como vencedor ou perdedor, em uma das duas formulações. Suponha que existe cliente $c \in C$ tal que $\sum_{p \in S_c} \pi_p > U'(S_c)$, caso contrário a prova está feita. A ideia, então, é construir outra precificação π' tal que $\sum_{p \in S_c} \pi'_p \leq U'(S_c)$ e que leve à mesma classificação x , mantendo os preços de todos os produtos dos clientes vencedores, de modo a gerar uma solução de mesmo valor de objetivo. Além disso, $\sum_{p \in P} \pi'_p < \sum_{p \in P} \pi_p$, mostrando que essa operação só pode ser repetida um número finito de vezes, até obter uma precificação ótima π^* tal que $\sum_{p \in S_{c'}} \pi_p^* \leq U'(S_{c'})$, para todo $c' \in C$.

Seja C^W o conjunto de clientes vencedores cujos pacotes interceptam S_c . Denote por $S^W \subseteq S_c$ os produtos do pacote de c que pertencem a pacote de algum cliente vencedor, ou seja, $S^W = \{p \in S_c : p \in \bigcup_{c' \in C^W} S_{c'}\}$. Logo existe uma cobertura minimal $C' \subseteq C^W$ de S^W . Então,

$$\sum_{p \in S^W} \pi_p \leq \sum_{c' \in C'} \sum_{p \in S_{c'}} \pi_p \leq \sum_{c' \in C'} v_{c'}, \quad (4.24)$$

onde a primeira desigualdade deve-se ao fato de que C' é cobertura de S^W e a segunda, a que os clientes em C' são vencedores.

Considere agora $S^L = S_c \setminus S^W$, o conjunto de produtos de S_c que só pertencem a pacotes de clientes perdedores. Seja C^L os clientes (perdedores) cujos pacotes interceptam S^L , i.e. $C^L = \{c' \in C : S_{c'} \cap S^L \neq \emptyset\}$. Note que existe transversal de C^L por S^L (por exemplo o próprio S^L). Seja então $T = \{p_1, \dots, p_k\}$ uma transversal minimal. Defina

$$C_i^L = \{c' \in C^L : p_i \in S_{c'}, \{p_1, \dots, p_{i-1}\} \cap S_{c'} = \emptyset\}, \forall i = 1, \dots, k.$$

Como T é minimal, temos que $C_i^L \neq \emptyset$, para todo $i = 1, \dots, k$. Escolha

$$c_i \in \arg \max \{v_{c'} : c' \in C_i^L\}, \forall i = 1, \dots, k$$

e defina

$$\pi'_{p_i} = v_{c_i}, \forall i = 1, \dots, k$$

$$\pi'_p = 0, \forall p \in S^L \setminus T$$

$$\pi'_p = \pi_p, \forall p \in P \setminus S^L.$$

Assim, definindo $C'' = \{c_i : i = 1, \dots, k\}$, temos que

$$\sum_{p \in S_c} \pi'_p = \sum_{p \in S^W} \pi'_p + \sum_{p \in S^L} \pi'_p = \sum_{p \in S^W} \pi_p + \sum_{i=1}^k v_{c_i} \leq \sum_{c' \in C'} v_{c'} + \sum_{c'' \in C''} v_{c''},$$

onde a desigualdade decorre de (4.24). Logo, para obter $\sum_{p \in S_c} \pi'_p \leq M_c$, resta mostrar que $S_c \cap S_{c'} \neq S_c \cap S_{c''}$, para todos $c', c'' \in C' \cup C''$ com $c' \neq c''$. Primeiro suponha que $c', c'' \in C'$. Se $S_c \cap S_{c'} = S_c \cap S_{c''}$, então $S^W \cap S_{c'} = S^W \cap S_{c''}$, implicando que C' não seria cobertura minimal de S^W . Suponha agora $c' \in C'$ e $c'' \in C''$. Então, $c'' \in C^L$, implicando que $S_{c''} \cap S^L \neq \emptyset$. Por outro lado, $S_{c'} \cap S^L = \emptyset$, pois c' é vencedor e S^L só tem produto de perdedor. Logo, $S_c \cap S_{c'} \neq S_c \cap S_{c''}$. Finalmente, suponha que $c' = c_i$ e $c'' = c_j$, com $1 \leq i < j \leq k$. Então, $p_i \in T \subseteq S_c$ e $p_i \in S_{c_i} \setminus S_{c_j}$. Novamente, $S_c \cap S_{c'} \neq S_c \cap S_{c''}$.

Como são modificados apenas preços de produtos em S^L , todos os clientes vencedores e todos os perdedores cujos pacotes não interceptam S^L possuem os preços de seus produtos inalterados. Considere agora um cliente perdedor $c' \in C$ tal que $S_{c'} \cap S^L \neq \emptyset$, ou seja, $c' \in C^L$. Como T é uma transversal de C^L , então $T \cap S_{c'} \neq \emptyset$. Seja i o menor índice em $\{1, \dots, k\}$ tal que $p_i \in T \cap S_{c'}$. Então, $c' \in C_i^L$ e, por conseguinte, $\pi'_{p_i} = v_{c_i} \geq v_{c'}$. Dessa forma, c' pode ser classificado como perdedor. Logo, a nova precificação não muda a classificação dos clientes e também mantém o mesmo valor de objetivo.

Finalmente, posto que $\sum_{p \in S_c} \pi'_p \leq U'(S_c) < \sum_{p \in S_c} \pi_p$ e que os preços dos produtos fora de S_c são mantidos, conclui-se que $\sum_{p \in P} \pi'_p < \sum_{p \in P} \pi_p$.

Vale destacar que os limites superiores $U'(S_c)$ e $U(S_c)$, propostos neste trabalho e em Bucarey *et al.* (2021), respectivamente, são incomparáveis em geral. Dessa forma, o big- M utilizado nas formulações é o mínimo entre $U'(S_c)$ e $U(S_c)$.

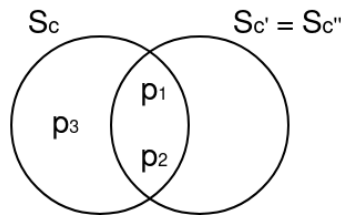
Corolário 4.1 *As formulações (4.7)-(4.14) e (4.16)-(4.23) são corretas com*

$$M_c = \min\{U'(S_c), U(S_c)\},$$

para todo $c \in C$.

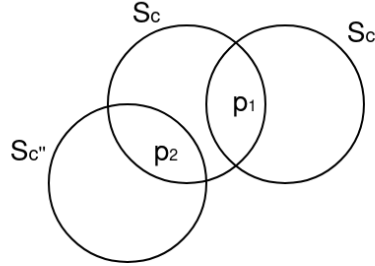
Como ilustração, segue um exemplo em que $U'(S_c) < U(S_c)$. Sejam $C = \{c, c', c''\}$ e $p_1, p_2, p_3 \in P$, tais que $S_c = \{p_1, p_2, p_3\}$, $S_c \cap S_{c'} = S_c \cap S_{c''} = \{p_1, p_2\}$ e $v_{c'} \geq v_{c''} \geq v_c$, conforme ilustrado na Figura 2. Suponha também que o produto p_3 pertence apenas a S_c . Note que $U'(S_c) = v_c + v_{c'}$ e $U(S_c) = v_c + 2v_{c'}$, mostrando que $U'(S_c) < U(S_c)$ nesse caso. Na verdade, em alguns casos, a diferença entre $U'(S_c)$ e $U(S_c)$ pode se tornar muito grande. Em um caso extremo, onde todos os consumidores desejam o mesmo pacote de produtos S , $U'(S_c) = \max\{v_{c'} : c' \in C\}$ e $U(S_c) = |S_c| \max\{v_{c'} : c' \in C\}$, para todo $c \in C$.

Figura 2 – Exemplo em que $U'(S_c) < U(S_c)$.



Em contrapartida, também existem casos em que $U(S_c) < U'(S_c)$. Considere $C = \{c, c', c''\}$ e $p_1, p_2 \in P$, tal que $S_c = \{p_1, p_2\}$, $S_c \cap S_{c'} = \{p_1\}$, $S_c \cap S_{c''} = \{p_2\}$ e $v_{c'} \geq v_{c''} \geq v_c$, conforme ilustrado na Figura 3. Observe que $U(S_c) = v_{c'} + v_{c''}$ e $U'(S_c) = v_{c'} + v_{c''} + v_c$ e, portanto, $U(S_c) < U'(S_c)$. Também aqui a diferença pode ser bem grande. Por exemplo, considere o caso onde, para todo subconjunto não vazio S de S_c , exista $c' \in C$ tal que $S_{c'} \cap S_c = S$ e $v_c = v_{c'}$. Neste caso, $U(S_c) = |S_c|v_c$ e $U'(S_c) = (2^{|S_c|} - 1)v_c$.

Figura 3 – Exemplo em que $U(S_c) < U'(S_c)$.



4.5 Oferta Ilimitada

No caso de oferta ilimitada, as restrições (4.2) e (4.4) não são necessárias. Dessa forma, a formulação quadrática simplificada é a formulação proposta por Bucarey *et al.* (2021):

$$\max \sum_{c \in C} \sum_{p \in S_c} x_c \pi_p \quad (4.25)$$

$$\text{s.a. } x_c \left(\sum_{p \in S_c} \pi_p - v_c \right) \leq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.26)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (4.27)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (4.28)$$

A formulação correspondente à linearização (CD_1) para esse caso é nomeada de (CDI_1) e apresentada a seguir. Ela é obtida de (CD_1) pela simples eliminação de (4.8). O big- M utilizado é o mesmo definido para o caso de oferta limitada.

$$(\text{CDI}_1) \max \sum_{c \in C} z_c \quad (4.29)$$

$$\text{s.a. } z_c \leq x_c v_c, \quad \forall c \in C \quad (4.30)$$

$$z_c \leq \sum_{p \in S_c} \pi_p - (1 - x_c) v_c, \quad \forall c \in C \quad (4.31)$$

$$z_c \geq \sum_{p \in S_c} \pi_p - (1 - x_c) M_c, \quad \forall c \in C \quad (4.32)$$

$$z_c \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.33)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (4.34)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (4.35)$$

O diferencial dessa formulação em relação à apresentada por Bucarey *et al.* (2021), (B_1), é o big- M , além do fortalecimento da restrição (3.67), dada por (4.31).

A linearização da formulação (CD_2) para o caso de oferta ilimitada é chamada de (CDI_2). Esta é apresentada a seguir.

$$(CDI_2) \max \sum_{c \in C} v_c x_c - \sum_{c \in C} u_c \quad (4.36)$$

$$\text{s.a. } u_c \geq 0, \quad \forall c \in C \quad (4.37)$$

$$u_c \geq v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p, \quad \forall c \in C \quad (4.38)$$

$$u_c \leq v_c - \sum_{p \in S_c} \pi_p + (M_c - v_c)(1 - x_c) \quad \forall c \in C \quad (4.39)$$

$$u_c \leq v_c x_c \quad \forall c \in C \quad (4.40)$$

$$\pi_p \geq 0, \quad \forall p \in P \quad (4.41)$$

$$x_c \in \{0, 1\}, \quad \forall c \in C \quad (4.42)$$

Resumindo, a Tabela 3 apresenta as dimensões das formulações existentes na literatura bem como das propostas neste trabalho, para o PPLI com Consumidores Decididos.

Formulação	Tipo	Oferta	Num. Variáveis	Num. Restrições	Referência
(B_0)	PNLIM	Ilimitada	$n + m$	$2m$	(BUCAREY <i>et al.</i> , 2021)
(B_1)	PLIM	Ilimitada	$n + 2m$	$3m$	(BUCAREY <i>et al.</i> , 2021)
(B_2)	PLIM	Ilimitada	$nm + n + m$	$3nm + m$	(BUCAREY <i>et al.</i> , 2021)
(B_3)	PLIM	Ilimitada	$nm + n + m$	$3nm + 2m^2 + m$	(BUCAREY <i>et al.</i> , 2021)
(CD_0)	PNLIM	Limitada	$n + m$	$n + 2m$	Este trabalho
(CD_1)	PLIM	Limitada	$n + 2m$	$n + 3m$	Este trabalho
(CD_2)	PLIM	Limitada	$n + 2m$	$n + 3m$	Este trabalho
(CDI_1)	PLIM	Ilimitada	$n + 2m$	$3m$	Este trabalho
(CDI_2)	PLIM	Ilimitada	$n + 2m$	$3m$	Este trabalho

Tabela 3 – Formulações para o PPLI com Consumidores Decididos.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos através de testes computacionais com a melhor formulação da literatura, (B_1) (BUCAREY *et al.*, 2021), e as formulações (CDI_1) e (CDI_2) propostas neste trabalho para a variante do PPLI com consumidores decididos e oferta ilimitada. Para o PPLI com consumidores decididos e oferta limitada, são apresentados os resultados obtidos com as formulações propostas (CD_1) e (CD_2) . Na Seção 5.1, é apresentado o ambiente computacional utilizado para realização dos testes. Na Seção 5.2, são apresentadas as principais características das instâncias utilizadas na realização destes experimentos. Por fim, é realizado, na Seção 5.3, um estudo comparativo entre estas formulações.

5.1 Configuração do Ambiente Computacional

A implementação das formulações propostas neste trabalho bem como a proposta por Bucarey *et al.* (2021) foi realizada na linguagem de programação *Python*, versão 3.7. Foi utilizado o software matemático *SageMath*, versão 9.1 (STEIN, 2021), que possui recursos de Teoria dos Grafos e o pacote de software de otimização *IBM ILOG CPLEX Optimization Studio*, versão 12.6.1. Os experimentos realizados foram executados utilizando uma máquina com processador Intel(R) Core(TM) i5-10300H CPU @ 2.50GHz, 64 GB de memória RAM e sistema operacional Linux Manjaro. O tempo limite utilizado para a execução dos experimentos foi de duas horas e meia por instância.

5.2 Instâncias

Na literatura, existem instâncias para a variante do PPLI com consumidores decididos e oferta ilimitada. Estas instâncias possuem $n \in \{25, 50, 75\}$ produtos, $m \in \{25, 50, 75, 100, 150\}$ consumidores e densidades de pacotes $d \in \{0.1, 0.2, 0.4\}$, onde a densidade de um pacote S é dada por $\frac{|S|}{n}$. As valorações dos consumidores são criadas aleatória e uniformemente entre 1 e 1000. Para cada combinação destes parâmetros, são geradas 10 instâncias aleatórias, totalizando 450 instâncias.

Neste trabalho, foram geradas instâncias para o PPLI com consumidores decididos e oferta limitada, a partir das existentes na literatura. Foram criados 3 vetores de ofertas para cada instância existente, onde a oferta de cada produto é calculada como uma porcentagem do número de unidades demandadas deste produto na instância. Foram utilizadas 3 porcentagens:

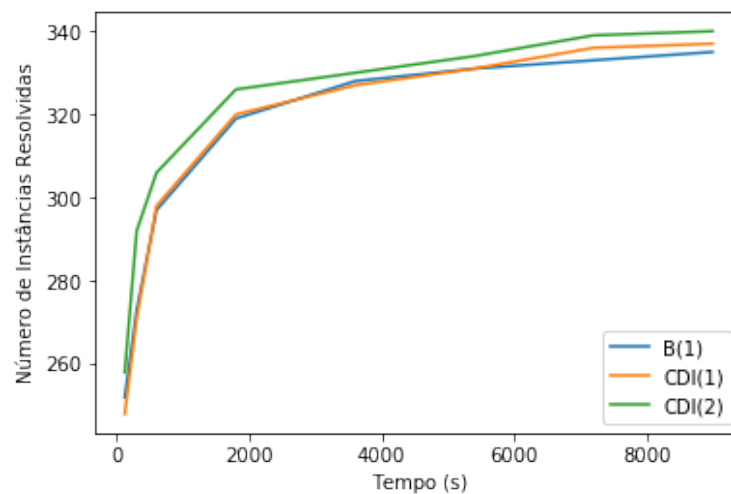
$t \in \{0.5, 0.7, 0.9\}$, totalizando 1350 instâncias. Destas, foram descartadas as instâncias em que ($m = 150$) ou ($n = 75$ e $m = 100$), diminuindo para 990, pois através de experimentos preliminares observou-se que as formulações propostas não conseguiam resolver tais instâncias, sempre atingindo o limite de memória.

As instâncias existentes da literatura encontram-se disponíveis no GitHub através deste link: <https://github.com/vbucarey/smbpp>, enquanto as novas instâncias geradas neste trabalho para a variante de oferta limitada do PPLI com consumidores decididos encontram-se neste link: <https://github.com/mariliacristina/efpp-single-minded-limited-supply>.

5.3 Estudo Comparativo

A seguir, são apresentados os resultados dos experimentos computacionais das formulações (B_1) (BUCAREY *et al.*, 2021), (CDI_1) e (CDI_2), propostas neste trabalho, para a variante do PPLI com consumidores decididos e oferta ilimitada. Na Figura 4, pode-se notar que a formulação (CDI_2) resolveu, na otimalidade, mais instâncias do que as outras duas formulações, independente do tempo de resolução. Já as formulações (B_1) e (CDI_1) resolveram praticamente o mesmo número de instâncias e, com mais de 6000 segundos, a formulação (CDI_1) resolveu algumas instâncias a mais que a (B_1). Em números, as formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2) resolveram, respectivamente, 335, 337 e 340 das 450 instâncias.

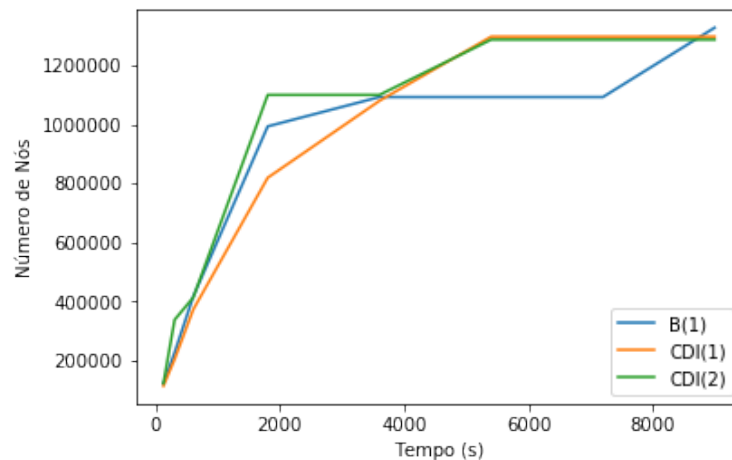
Figura 4 – Número de instâncias resolvidas na otimalidade por tempo de computação pelas formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2).



Na Figura 5, é apresentada a relação entre o número médio de nós e o tempo de computação das 3 formulações para as instâncias com $n = 75$ produtos e $m = 75$ consumidores.

Observa-se que a formulação (CDI_1) possui o menor número de nós para as instâncias que foram resolvidas em até 4000 segundos. A partir daí, ela possui praticamente o mesmo número de nós da formulação (CDI_2). Já a formulação (B_1) possui o menor número de nós para as instâncias que tiveram tempo de computação entre 4000 e 8000 segundos. Para as instâncias resolvidas com mais de 8000 segundos, a formulação (B_1) volta a apresentar um certo crescimento no número de nós em relação às outras duas.

Figura 5 – Número médio de nós por tempo de computação das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



A seguir, é exibida, na Figura 6, a relação entre a densidade dos pacotes e o tempo médio de computação das 3 formulações para as instâncias com $n = 75$ e $m = 75$. Observa-se que, independente da densidade, a formulação (CDI_2) possui o menor tempo médio de computação. Para as densidades 0.1 e 0.2, a formulação (CDI_1) possui um tempo médio de computação maior que a formulação (B_1), comportamento este que é alterado para a densidade 0.4. Além disso, pode-se notar que, conforme a densidade dos pacotes aumenta, as instâncias tornam-se mais difíceis de serem resolvidas, acarretando em um tempo de resolução maior.

Na Figura 7, é exibida a relação entre o gap raiz médio e o tempo de computação das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$. Percebe-se que, em geral, não há uma diferença significativa entre os gaps da raiz dessas 3 formulações. O comportamento das 3 é o mesmo, isto é, quanto maior o gap da raiz maior o tempo levado para resolver a instância.

Uma comparação entre o gap da raiz e o número de nós gerados é apresentada na Figura 8, para as instâncias com $n = 75$ produtos e $m = 75$ consumidores. Para todas as 3 formulações, nota-se que o número de nós gerados é diretamente proporcional ao gap da raiz,

Figura 6 – Densidade por tempo médio de computação das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.

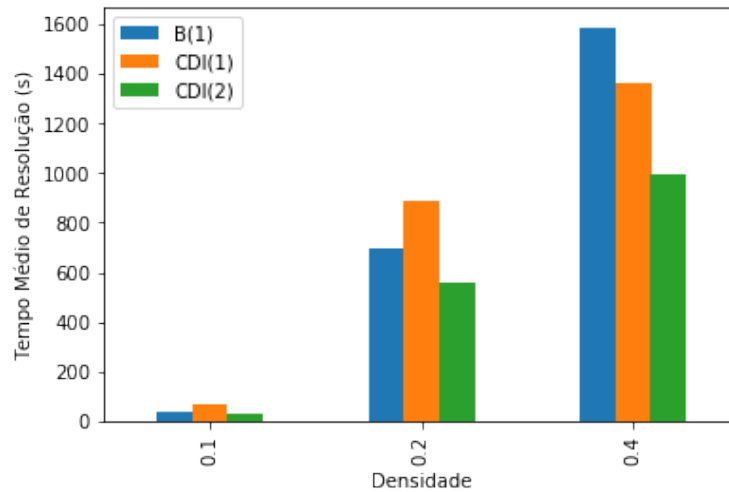
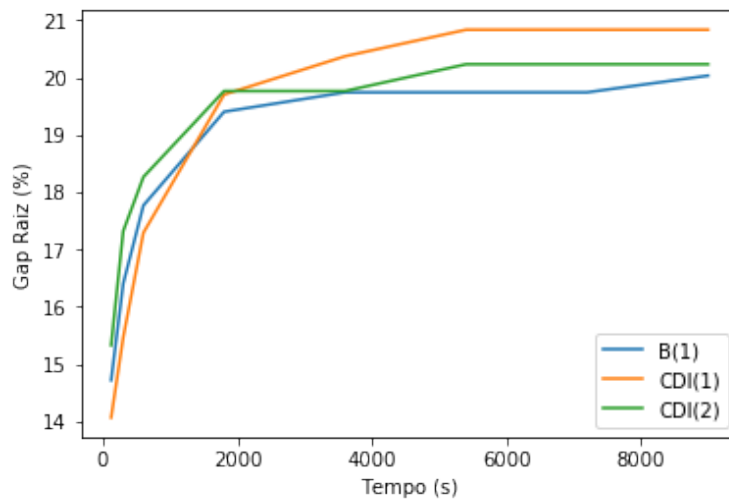


Figura 7 – Gap raiz médio por tempo de computação das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



isto é, quanto maior o gap da raiz de uma instância, maior o número de nós gerados para a resolução da mesma.

A seguir, nas tabelas 4, 5 e 6, são apresentadas, respectivamente, as médias de gap final, gap da raiz e tempo de resolução das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d do PPLI com consumidores decididos e oferta ilimitada. Os resultados dessas formulações, instância a instância, podem ser encontrados no Apêndice A, nas tabelas 10, 11 e 12.

Para a variante do PPLI com consumidores decididos e oferta limitada, foram executados experimentos computacionais com as duas formulações propostas neste trabalho, (CD_1) e (CD_2). Na Figura 9, pode-se perceber que ambas as formulações resolveram praticamente

Tabela 4 – Médias de gap final das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d .

n	m	d	Gap (%) B(1)	Gap (%) CDI(1)	Gap (%) CDI(2)
25	25	0.1	0.00146052	0.000870586	0
		0.2	0	0	0.000335705
		0.4	0.00170626	0.00104298	0
	50	0.1	0.00257181	0.0037119	0.00469601
		0.2	0.00692909	0.00603076	0.00619775
		0.4	0.00745911	0.00757075	0.00677953
	75	0.1	0.00766239	0.00730131	0.0078861
		0.2	0.00933332	0.0093876	0.00937883
		0.4	0.00990675	0.0097448	0.00963419
	100	0.1	0.00917957	0.00922165	0.00639803
		0.2	0.00998451	0.00995041	0.00994256
		0.4	0.00998117	0.00998381	0.00997725
150	0.1	0.00999382	0.0099713	0.00994153	
	0.2	4.02471	3.66761	2.10649	
	0.4	7.49653	6.80166	6.04711	
50	25	0.1	0	0	0
		0.2	0.000503337	0	0
		0.4	0.000611197	0.000575049	3.71546e-07
	50	0.1	0.00351076	0.00497634	0.00436979
		0.2	0.00917031	0.00832606	0.00784352
		0.4	0.00965668	0.00901774	0.00966686
	75	0.1	0.00866701	0.0095334	0.0095293
		0.2	0.00995297	0.00994822	0.00994453
		0.4	0.00995965	0.00995731	0.00996853
	100	0.1	0.00999119	0.00998738	0.00997097
		0.2	1.78657	1.99069	1.56603
		0.4	2.46518	2.15439	2.31059
150	0.1	7.19086	7.54712	6.24987	
	0.2	13.3534	14.2695	13.0461	
	0.4	14.0979	14.4275	13.4861	
75	25	0.1	0	0	0
		0.2	0.000777507	0.00174089	0.000777507
		0.4	0.000509213	0	0.000602355
	50	0.1	0.00684717	0.00476977	0.00487229
		0.2	0.00816142	0.00646893	0.00848761
		0.4	0.00876376	0.00966241	0.00895983
	75	0.1	0.00988454	0.00996111	0.00987428
		0.2	0.00999074	0.00998757	0.00997467
		0.4	0.00998521	0.0099727	0.00995933
	100	0.1	0.620661	0.862807	0.453436
		0.2	3.85802	4.14786	3.44525
		0.4	4.32436	4.272	3.84035
150	0.1	9.26484	10.4977	9.55188	
	0.2	16.6722	17.0165	15.9117	
	0.4	16.0604	17.0219	16.1996	
Média			0.009884540094	0.009744801946	0.009666857345

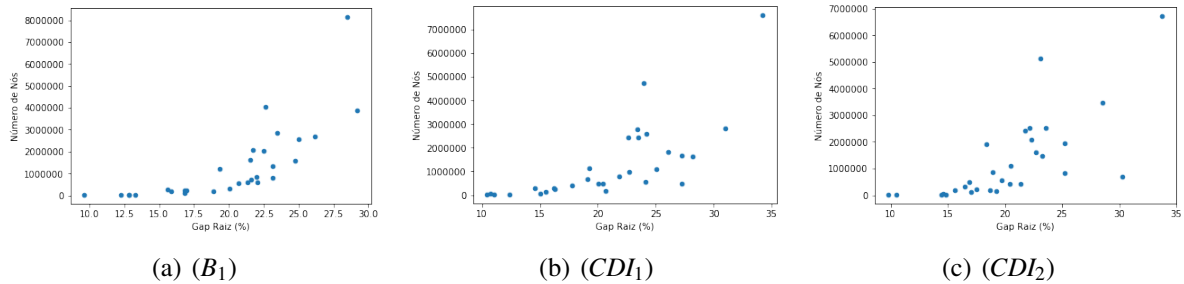
Tabela 5 – Médias de gap raiz das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d .

n	m	d	Gap Raiz (%) B(1)	Gap Raiz (%) CDI(1)	Gap Raiz (%) CDI(2)
25	25	0.1	0.00146052	0.000870586	0
		0.2	0	0	0.000335705
		0.4	0.00170626	0.00104298	0
	50	0.1	2.14542	2.169	1.1107
		0.2	17.305	17.431	16.009
		0.4	18.027	20.349	18.292
	75	0.1	14.113	13.539	12.006
		0.2	25.912	26.121	26.623
		0.4	28.268	28.028	28.607
	100	0.1	20.4	18.365	16.437
		0.2	34.727	35.03	31.295
		0.4	35.648	37.969	35.705
150	0.1	30.075	29.756	26.943	
	0.2	45.353	44.795	42.336	
	0.4	46.384	49.009	43.946	
50	25	0.1	0	0	0
		0.2	0.000503337	0	0
		0.4	0.000611197	0.000575049	3.71546e-07
	50	0.1	3.15668	4.706	3.85392
		0.2	10.597	11.051	11.407
		0.4	16.1	16.125	17.379
	75	0.1	16.956	16.577	16.56
		0.2	25.372	25.064	25.729
		0.4	28.05	29.081	28.326
	100	0.1	24.491	25.339	24.169
		0.2	35.305	35.183	33.815
		0.4	32.94	35.576	33.15
150	0.1	38.054	38.944	35.513	
	0.2	49.166	49.656	44.142	
	0.4	39.708	44.953	39.592	
75	25	0.1	0	0	0
		0.2	0.000777507	0.00174089	0.000777507
		0.4	0.000509213	0	0.000602355
	50	0.1	3.91721	4.54478	4.60267
		0.2	9.069	8.104	9.676
		0.4	14.712	14.229	14.432
	75	0.1	14.604	13.992	14.943
		0.2	22.106	21.68	20.859
		0.4	23.379	26.818	24.882
	100	0.1	26.535	24.238	25.542
		0.2	32.805	32.08	30.553
		0.4	30.799	33.33	30.842
150	0.1	35.9386	37.107	37.38	
	0.2	42.657	43.227	40.493	
	0.4	38.452	40.501	37.364	
Média			22.106	21.68	20.859

Tabela 6 – Médias de tempo de resolução das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para cada combinação dos parâmetros n , m e d .

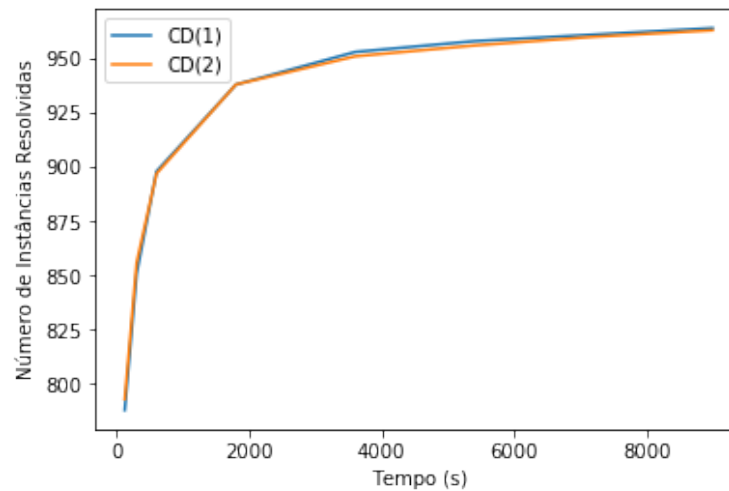
n	m	d	Tempo (s) B(1)	Tempo (s) CDI(1)	Tempo (s) CDI(2)
25	25	0.1	0.0263805	0.0243755	0.0855598
		0.2	0.0458999	0.0471403	0.0702758
		0.4	0.0690513	0.065023	0.108434
	50	0.1	0.115729	0.12268	0.158726
		0.2	0.824176	0.821973	1.09802
		0.4	1.59089	1.61409	2.12182
	75	0.1	1.02472	0.958962	1.08672
		0.2	12.2496	12.407	10.4462
		0.4	24.9559	23.5562	23.5332
	100	0.1	10.7221	9.24548	7.28463
			217.236	240.833	115.271
		0.2	541.669	495.505	347.494
1415.25			614.21	312.261	
0.4		9003.36	9003.36	8535.18	
		9003.54	9004.46	9003.56	
50	25	0.1	0.0420481	0.0482907	0.0670268
		0.2	0.0651461	0.064551	0.0621331
		0.4	0.112741	0.0964615	0.0885743
	50	0.1	0.513337	0.551038	0.42473
		0.2	2.28077	2.67124	2.30252
		0.4	4.78311	6.20209	5.17151
	75	0.1	9.31323	17.0491	10.4026
		0.2	225.16	277.556	209.017
		0.4	406.494	420.122	313.879
	100	0.1	349.467	437.29	242.68
			5674.09	5602.63	4876.69
		0.2	7818.43	7623.28	7115.04
8919.61			9004.75	8546.64	
0.4		8719.12	9005.32	8647.95	
		9004.79	9004.83	9004.73	
75	25	0.1	0.0772686	0.0616154	0.0100638
		0.2	0.0762273	0.0690588	0.0392731
		0.4	0.0894056	0.0983774	0.0558778
	50	0.1	0.642996	0.888671	0.339031
		0.2	2.60351	3.85541	1.61511
		0.4	8.06172	8.98019	5.14839
	75	0.1	39.1429	67.134	29.3883
		0.2	694.807	884.257	557.818
		0.4	1586.9	1360.33	994.591
	100	0.1	4971.17	5422.78	4055.66
			9003.95	9004.7	9003.02
		0.2	9003.86	9005.07	9003.45
9005.11			9004.78	8653.32	
0.4		9005.03	9005.03	9004.76	
		9003.58	9004.41	9003.73	
Média			24.95589445	23.55617077	23.53324831

Figura 8 – Gap da raiz por número de nós das formulações (B_1), (CDI_1) e (CDI_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



o mesmo número de instâncias. Além disso, nota-se que a maioria das instâncias (938) foram resolvidas em até 1800 segundos, isto é, meia hora. No total, a formulação (CD_1) resolveu, na otimalidade, 964 instâncias, enquanto a formulação (CD_2) resolveu 963 de um total de 990 instâncias. As demais atingiram o limite de tempo estabelecido.

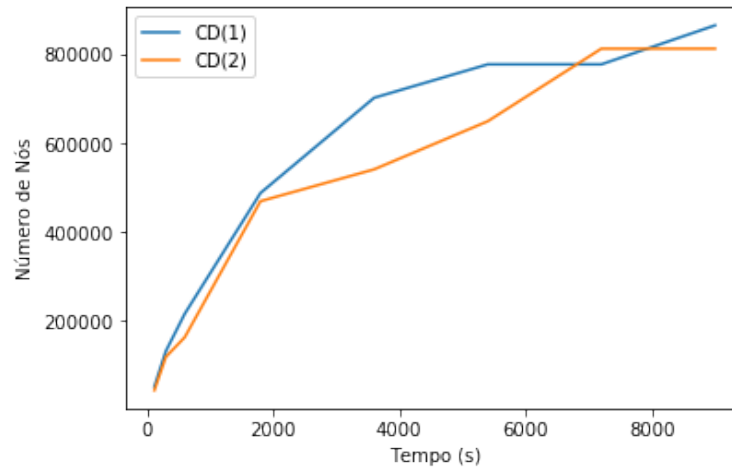
Figura 9 – Número de instâncias resolvidas por tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2).



Na Figura 10, é exibida a relação entre o número médio de nós e o tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para as instâncias de tamanho fixo $n = 75$ e $m = 75$. Observa-se que existe uma relação direta entre o número de nós e o tempo de execução, isto é, quanto mais nós são gerados, maior o tempo necessário para resolver a instância. Também pode-se notar que, em geral, a formulação (CD_2) gerou menos nós que a (CD_1).

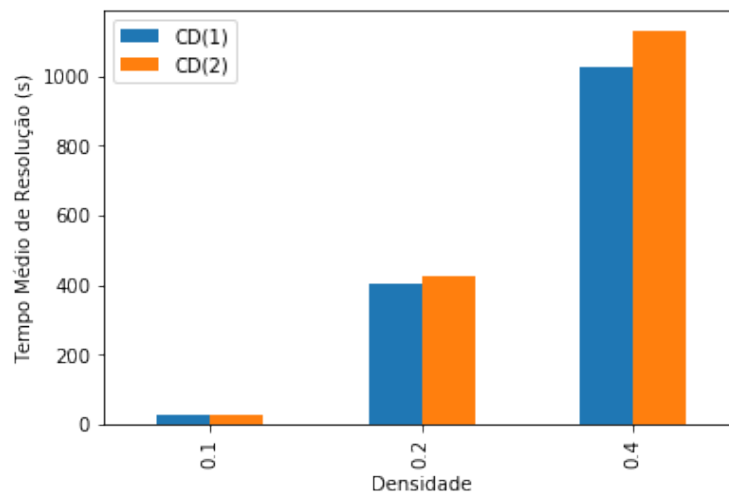
A relação entre a densidade e o tempo médio de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ produtos e $m = 75$ consumidores, é apresentada na Figura 11. Percebe-se que a formulação (CD_1) possui um tempo médio de resolução menor que a formulação (CD_2), para as densidades 0.2 e 0.4. Para a densidade 0.1, a formulação (CD_1) obteve um tempo

Figura 10 – Número médio de nós por tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



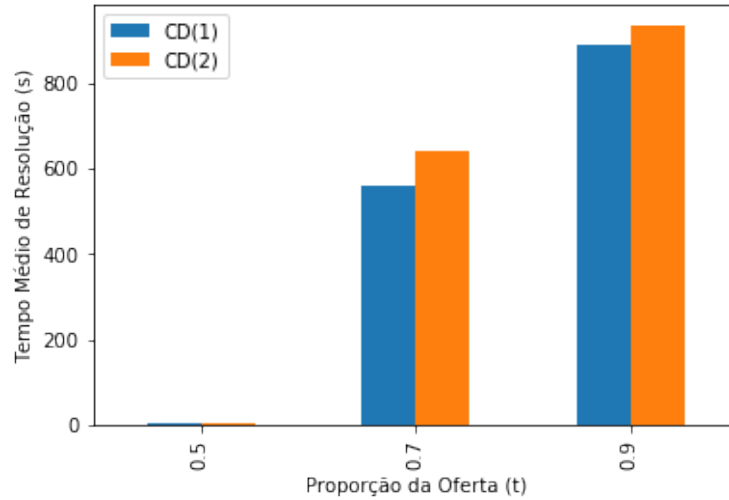
médio um pouco maior, de 26.74 segundos contra 24.54 segundos da formulação (CD_2). Além disso, nota-se que, à medida que a densidade dos pacotes aumenta, também aumenta a dificuldade do problema e, por consequência, o tempo necessário de resolução das instâncias.

Figura 11 – Densidade por tempo médio de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



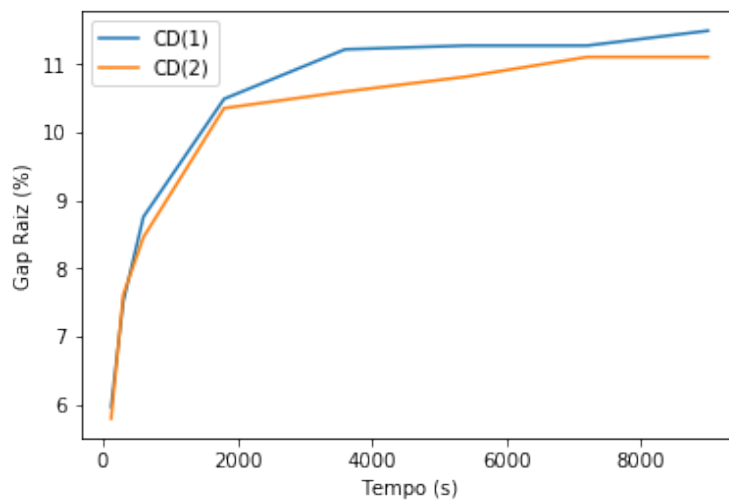
Na Figura 12, é exibida a relação entre a proporção da oferta dos produtos em uma instância e o tempo médio de computação das duas formulações propostas, para as instâncias com $n = 75$ e $m = 75$. Observa-se que, quanto maior a oferta de produtos, mais difícil se torna o problema e, assim, maior o tempo de computação necessário para resolver a instância. Também pode-se notar que a formulação (CD_1) possui um tempo de resolução médio menor que a (CD_2), para $t = 0.2$ e $t = 0.4$. Já para $t = 0.1$, elas obtiveram praticamente o mesmo tempo médio de resolução, 3.19 (CD_1) e 3.10 (CD_2) segundos.

Figura 12 – Proporção da oferta (t) por tempo médio de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



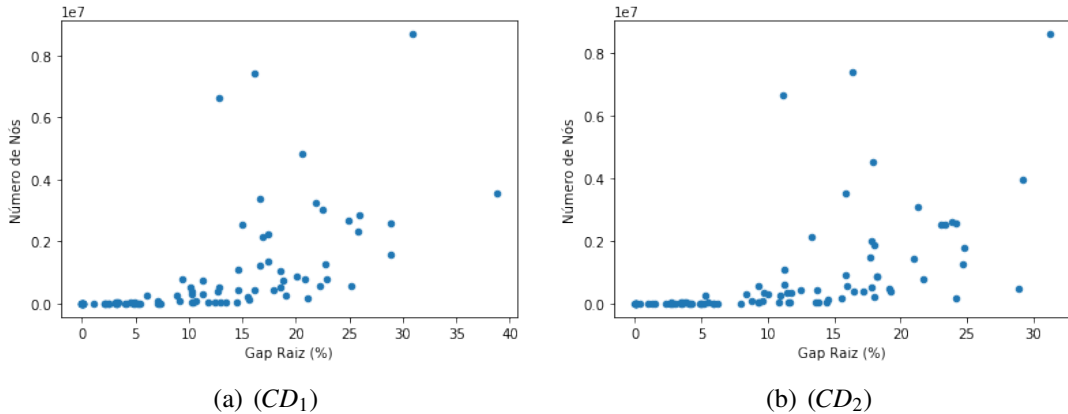
A seguir, é apresentada, na Figura 13, uma comparação entre o gap médio da raiz e o tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ produtos e $m = 75$ consumidores. É notório que o tempo de computação é diretamente proporcional ao gap da raiz, para ambas as formulações. Além disso, vê-se que a formulação (CD_2) possui, embora próximo, um gap médio da raiz menor que os obtidos com a formulação (CD_1).

Figura 13 – Gap médio da raiz por tempo de computação das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



Na Figura 14, é exibida uma comparação entre o gap da raiz e o número de nós gerados, para as instâncias de tamanho fixo $n = 75$ e $m = 75$. Para ambas as formulações, pode-se observar que quanto maior o gap da raiz de uma instância, maior o número de nós gerados para a resolução da mesma.

Figura 14 – Gap da raiz por número de nós das formulações (CD_1) e (CD_2), para instâncias com $n = 75$ e $m = 75$.



Nas tabelas 7, 8 e 9, são apresentadas, respectivamente, comparações das médias de gap final, gap da raiz e tempo de resolução das formulações (CD_1) e (CD_2), para o PPLI com consumidores decididos e oferta limitada e cada combinação dos parâmetros n , m , d e t . Os resultados de cada instância em particular podem ser encontrados no Apêndice A, nas tabelas 13 e 14, das formulações (CD_1) e (CD_2), respectivamente.

Tabela 7 – Médias de gap final das formulações (CD_1) e (CD_2), para cada combinação dos parâmetros n , m , d e t .

n	m	d	t	Gap (%) $CD(1)$	Gap (%) $CD(2)$
25	25	0.1	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	0.000870586	0
		0.2	0.5	0	0
			0.7	0	0.000739175
			0.9	0	0
	0.4	0.5	0	0	
		0.7	0.000451832	0.00217309	
		0.9	0.00068598	0.000130932	
	50	0.1	0.5	0.00132851	0.00114143
			0.7	0.00270067	0.000851063
			0.9	0.0028927	0.00344049
0.2		0.5	0.00310949	0.00334473	
		0.7	0.00738554	0.00636968	
		0.9	0.0064087	0.0064072	
0.4		0.5	0.00812749	0.00836776	
		0.7	0.00763913	0.00792904	
		0.9	0.00861816	0.00682359	
75	0.1	0.5	0.00558102	0.00251913	
		0.7	0.00675465	0.00647414	
		0.9	0.00663827	0.0067834	

Continua na próxima página.

n	m	d	t	Gap (%) CD(1)	Gap (%) CD(2)
50	100	0.2	0.5	0.00969123	0.00957698
			0.7	0.00978088	0.00982221
			0.9	0.00946181	0.00921634
		0.4	0.5	0.00985343	0.00982553
			0.7	0.00985857	0.00980454
			0.9	0.00971212	0.00982232
		0.1	0.5	0.00891383	0.00923218
			0.7	0.00901281	0.00928886
			0.9	0.00952389	0.00952586
	0.2	0.5	0.00998053	0.00993037	
		0.7	0.00996765	0.00995383	
		0.9	0.00997207	0.00996502	
	0.4	0.5	0.00998802	0.00998791	
		0.7	0.00998027	0.00998036	
		0.9	0.00999006	0.00998315	
	25	0.1	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	0	0
		0.2	0.5	0	0.000885583
			0.7	0	0
			0.9	0.000708509	0
		0.4	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	0	0.000484739
	50	0.1	0.5	0.000286546	0.000352259
			0.7	0.00240449	0.00277431
			0.9	0.00539561	0.00396109
0.2		0.5	0.00243171	0.00225818	
		0.7	0.00824512	0.00791902	
		0.9	0.00886811	0.00868945	
0.4		0.5	0.0052135	0.0037003	
		0.7	0.00934616	0.00926944	
		0.9	0.00890772	0.00907538	
75	0.1	0.5	0.00884762	0.00833187	
		0.7	0.00845181	0.00860844	
		0.9	0.00971025	0.00954759	
	0.2	0.5	0.00986244	0.00974704	
		0.7	0.00996221	0.00995664	
		0.9	0.00992512	0.00994514	
	0.4	0.5	0.00993877	0.00986052	
		0.7	0.00998082	0.00997384	
		0.9	0.00993939	0.00997472	
100	0.1	0.5	0.00983221	0.00983906	
		0.7	0.00999113	0.00997652	
		0.9	0.00996465	0.00996766	
	0.2	0.5	0.353298	0.296878	

Continúa na próxima página.

n	m	d	t	Gap (%) CD(1)	Gap (%) CD(2)			
75	25	0.1	0.5	0	0			
			0.7	0	0			
			0.9	0	0			
		0.2	0.5	0	0			
			0.7	0	0			
			0.9	0.000542972	0			
		0.4	0.5	0	0			
			0.7	0	0.000429111			
			0.9	0	0			
			50	0.1	0.5	0.000458993	0.000458993	
					0.7	0.00307112	0.0012145	
					0.9	0.00466851	0.00546348	
	0.2	0.5	0	0	0.00131494			
			0.7	0.00190149	0.00326569			
			0.9	0.00804263	0.00890139			
		0.4	0.5	0.00084336	0.000568476			
			0.7	0.00813562	0.0070422			
			0.9	0.00892994	0.00917928			
	75	0.1	0.5	0	0.00428978	0.00548396		
				0.7	0.00959495	0.00972425		
				0.9	0.00983608	0.0099416		
			0.2	0.5	0.0064074	0.00686778		
				0.7	0.00998712	0.0099752		
				0.9	0.00999567	0.00998881		
		0.4	0.5	0	0.0090417	0.00904113		
				0.7	0.00998987	0.00998914		
				0.9	0.00997751	0.00998108		
			Média				0.007639130487	0.00686777813

Tabela 8 – Médias de gap da raiz das formulações (CD_1) e (CD_2), para cada combinação dos parâmetros n , m , d e t .

n	m	d	t	Gap Raiz (%) CD(1)	Gap Raiz (%) CD(2)	
25	25	0.1	0.5	0	0	
			0.7	0	0	
			0.9	0.000870586	0	
		0.2	0.5	0	0	0
				0.7	0	0.000739175
				0.9	0	0

Continua na próxima página.

n	m	d	t	Gap Raiz (%) CD(1)	Gap Raiz (%) CD(2)
		0.4	0.5	0	0
			0.7	0.255452	0.00217309
			0.9	0.00068598	0.000130932
	50	0.1	0.5	0.383118	0.00114143
			0.7	3.89354	1.05685
			0.9	2.21633	1.17394
		0.2	0.5	11.239	9.776
			0.7	17.283	16.011
			0.9	18.898	17.395
		0.4	0.5	9.748	9.519
			0.7	19.178	18.662
			0.9	21.398	20.973
	75	0.1	0.5	11.183	10.671
			0.7	15.637	14.609
			0.9	14.787	13.109
		0.2	0.5	21.976	20.868
			0.7	28.197	26.48
			0.9	30.544	26.801
		0.4	0.5	17.437	17.693
			0.7	28.483	27.958
			0.9	31.077	27.36
	100	0.1	0.5	19.293	17.252
			0.7	21.963	18.454
			0.9	18.153	17.365
		0.2	0.5	29.625	28.403
			0.7	35.767	33.372
			0.9	37.389	35.905
		0.4	0.5	24.711	23.584
			0.7	38.068	33.378
			0.9	37.874	37.986
50	25	0.1	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	0	0
		0.2	0.5	0	0.000885583
			0.7	0	0
			0.9	0.000708509	0
		0.4	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	1.463	0.821485
	50	0.1	0.5	0.000286546	0.000352259
			0.7	3.287	2.02878
			0.9	4.43061	3.78545
		0.2	0.5	0.141792	0.375697
			0.7	6.481	6.165
			0.9	11.864	11.611
		0.4	0.5	2.83832	2.79769

Continúa na próxima página.

n	m	d	t	Gap Raiz (%) CD(1)	Gap Raiz (%) CD(2)
			0.7	11.387	11.296
			0.9	18.886	18.423
	75	0.1	0.5	8	7.451
			0.7	14.996	15.818
			0.9	17.226	15.248
		0.2	0.5	9.755	9.268
			0.7	21.443	20.472
			0.9	27.143	25.862
		0.4	0.5	8.815	8.851
			0.7	23.619	20.145
			0.9	32.912	29.802
	100	0.1	0.5	15.059	15.52
			0.7	25.205	21.897
			0.9	27.56	24.106
		0.2	0.5	16.295	15.328
			0.7	30.087	27.315
			0.9	35.13	35.019
		0.4	0.5	12.439	12.382
			0.7	23.769	24.654
			0.9	36.999	33.633
75	25	0.1	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	0	0
		0.2	0.5	0	0
			0.7	0	0
			0.9	0.000542972	0
		0.4	0.5	0	0
			0.7	0	0.000429111
			0.9	0	0
	50	0.1	0.5	0.000458993	0.000458993
			0.7	0.632547	0.929
			0.9	4.42905	4.452
		0.2	0.5	0	0.563
			0.7	0.5683	0.721454
			0.9	9.023	7.941
		0.4	0.5	0.145675	0.000568476
			0.7	4.841	4.646
			0.9	15.455	15.241
	75	0.1	0.5	0.710225	0.941994
			0.7	8.242	8.363
			0.9	14.669	14.089
		0.2	0.5	2.06577	3.22
			0.7	11.265	10.928
			0.9	20.042	18.742
		0.4	0.5	3.6725	3.41138
			0.7	15.657	14.882

Continua na próxima página.

n	m	d	t	Gap Raiz (%) CD(1)	Gap Raiz (%) CD(2)
			0.9	27.092	25.363
Média				9.023	8.851

Tabela 9 – Médias de tempo de resolução das formulações (CD_1) e (CD_2), para cada combinação dos parâmetros n , m , d e t .

n	m	d	t	Tempo (s) CD(1)	Tempo (s) CD(2)	
25	25	0.1	0.5	0.0186663	0.0184067	
			0.7	0.0219038	0.0210865	
			0.9	0.0224044	0.0236851	
		0.2	0.5	0.0273088	0.028055	
			0.7	0.0369614	0.0373056	
			0.9	0.0424705	0.0414958	
		0.4	0.5	0.0337935	0.0350074	
			0.7	0.0476253	0.0480218	
			0.9	0.0626453	0.0654047	
		50	0.1	0.5	0.059552	0.05347
				0.7	0.115603	0.099993
				0.9	0.110943	0.0884309
	0.2		0.5	0.320465	0.281095	
			0.7	0.880809	0.686095	
			0.9	0.959495	0.738877	
	0.4		0.5	0.866094	0.864636	
			0.7	1.9436	1.72561	
			0.9	1.69108	1.60073	
	75		0.1	0.5	0.47748	0.423191
				0.7	0.882961	0.936161
				0.9	0.936128	1.08763
		0.2	0.5	9.30697	8.32414	
			0.7	16.7708	13.7675	
			0.9	12.1552	10.3556	
0.4		0.5	32.972	31.5933		
		0.7	30.2961	28.15		
		0.9	26.6926	23.2586		
100		0.1	0.5	3.95246	2.95834	
			0.7	7.85757	6.59323	
			0.9	8.48201	6.80196	
	0.2	0.5	303.801	241.316		
		0.7	326.341	316.076		
		0.9	199.75	168.4		
	0.4	0.5	517.08	504.3		
		0.7	592.25	588.053		
		0.9	448.38	417.927		
	50	25	0.1	0.5	0.0197662	0.0180726

Continua na próxima página.

n	m	d	t	Tempo (s) CD(1)	Tempo (s) CD(2)
			0.7	0.0125992	0.0198968
			0.9	0.0219088	0.0222697
		0.2	0.5	0.0385924	0.0369967
			0.7	0.0207843	0.0213963
			0.9	0.0384446	0.0442314
		0.4	0.5	0.0368335	0.040256
			0.7	0.0412247	0.0402692
			0.9	0.0713854	0.0698929
	50	0.1	0.5	0.0426634	0.0424477
			0.7	0.168166	0.149284
			0.9	0.256652	0.257279
		0.2	0.5	0.0906699	0.0824872
			0.7	1.07611	1.05007
			0.9	1.80229	1.88211
		0.4	0.5	0.565091	0.508439
			0.7	4.00569	4.66207
			0.9	4.67086	4.96237
	75	0.1	0.5	1.74041	1.45107
			0.7	12.3673	10.4791
			0.9	9.94279	8.67759
		0.2	0.5	39.6933	38.3555
			0.7	273.341	282.385
			0.9	233.712	278.257
		0.4	0.5	50.7878	51.7709
			0.7	491.291	538.985
			0.9	364.262	422.635
	100	0.1	0.5	136.884	107.044
			0.7	585.175	439.234
			0.9	397.942	371.548
		0.2	0.5	2613.94	2552.32
			0.7	6605.96	6739.12
			0.9	5394.24	5591.96
		0.4	0.5	2130.01	2098.09
			0.7	8055.51	8310.28
			0.9	7530.84	7952.56
75	25	0.1	0.5	0.0695817	0.092699
			0.7	0.0473358	0.0626781
			0.9	0.0402186	0.0483825
		0.2	0.5	0.0974646	0.0835431
			0.7	0.0805861	0.0837654
			0.9	0.0579217	0.0429571
		0.4	0.5	0.0717967	0.0774184
			0.7	0.0791728	0.0780967
			0.9	0.0715663	0.0656108
	50	0.1	0.5	0.0782807	0.0782765
			0.7	0.195926	0.20267

Continua na próxima página.

n	m	d	t	Tempo (s) CD(1)	Tempo (s) CD(2)
			0.9	0.665561	0.638598
		0.2	0.5	0.125573	0.168876
			0.7	0.247027	0.28007
			0.9	3.65704	3.97381
		0.4	0.5	0.175952	0.136775
			0.7	6.27674	5.71656
			0.9	10.7418	9.69117
	75	0.1	0.5	0.415465	0.413457
			0.7	17.334	13.9994
			0.9	62.4893	59.2367
		0.2	0.5	1.49075	1.74573
			0.7	256.447	287.225
			0.9	950.251	991.561
		0.4	0.5	7.68039	7.17041
			0.7	1404.51	1627.59
			0.9	1657.68	1757.56
Média				1.076112199	1.087632632

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho abordou o Problema da Precificação Livre de Inveja (PPLI). Dados um conjunto de consumidores, um conjunto de produtos, um vetor de oferta desses produtos e uma matriz de valorações atribuídas por cada consumidor a cada pacote (subconjunto) de produtos, o problema consiste em determinar uma alocação e uma precificação livres de inveja. Dada uma precificação dos produtos, uma alocação é dita ser livre de inveja se cada consumidor é alocado a um pacote de produtos cuja diferença, não negativa, entre a valoração desse pacote pelo consumidor e o preço total de seus produtos é máxima. Se uma precificação admite uma alocação livre de inveja, diz-se que esta é uma precificação livre de inveja.

Existem algumas variantes deste problema, no que diz respeito à oferta dos produtos (pode ser ilimitada), ao tamanho dos pacotes, a multiplicidade de pacotes alocados e da demanda de cada consumidor e ao número de pacotes de interesse. Em relação a esta última característica, há uma variante do PPLI denominada de PPLI com consumidores decididos, em que cada consumidor deseja adquirir apenas um pacote de produtos. Dessa forma, cada consumidor possui apenas uma valoração para este pacote de interesse e a atribuição apenas ocorre se o preço deste é no máximo a valoração atribuída.

O foco de estudo desta dissertação foi o PPLI com consumidores decididos, considerando tanto os casos de oferta ilimitada como limitada. Para a variante de oferta ilimitada, existem formulações matemáticas na literatura e, neste trabalho, foram propostas duas novas formulações. Já para o caso de consumidores decididos com oferta limitada, não existem, em vista do nosso atual entendimento, estudos com propostas de modelos matemáticos na literatura. Para esse caso, foram propostas duas formulações de Programação Linear Inteira Mista. Foram executados experimentos computacionais com tais formulações propostas e com as da literatura, com instâncias existentes e novas instâncias geradas. Por fim, é apresentado um estudo comparativo entre os resultados obtidos. Além disso, foram propostas e avaliadas computacionalmente desigualdades válidas, derivadas via RLT a partir da restrição de oferta limitada. Entretanto, como a introdução de tais desigualdades não ajudou no desempenho do modelo, elas não foram utilizadas nos experimentos reportados nas tabelas.

Como trabalhos futuros, pode-se aprimorar as formulações propostas, a partir da geração de outras desigualdades válidas, com o objetivo de resolver exatamente mais instâncias, visto que já não foi possível resolver na otimalidade aquelas maiores, com 150 consumidores. Uma outra abordagem seria a proposição de algoritmos heurísticos e/ou aproximativos para

resolver essa variante do PPLI. Além disso, pode-se desenvolver trabalhos em relação a outras variantes do problema que não possuem muitos estudos aprofundados atualmente, como é o caso da alocação de múltiplos pacotes e de demanda múltipla.

REFERÊNCIAS

- ANSHELEVICH, E.; KAR, K.; SEKAR, S. Envy-free pricing in large markets: Approximating revenue and welfare. **ACM Transactions on Economics and Computation (TEAC)**, ACM New York, NY, USA, v. 5, n. 3, p. 1–42, 2017.
- ARBIB, C.; KARAŞAN, O.; PINAR, M. On envy-free perfect matching. **Discrete Applied Mathematics**, Elsevier, v. 261, p. 22–27, 2019.
- BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. **Linear programming and network flows**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
- BILO, V.; FLAMMINI, M.; MONACO, G. Approximating the revenue maximization problem with sharp demands. **Theoretical Computer Science**, Elsevier, v. 662, p. 9–30, 2017.
- BRIEST, P. Uniform budgets and the envy-free pricing problem. In: SPRINGER. **International Colloquium on Automata, Languages, and Programming**. Berlin, Heidelberg, 2008. p. 808–819.
- BRIEST, P.; KRYSTA, P. Single-minded unlimited supply pricing on sparse instances. In: CITESEER. **Proceedings of the seventeenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithm**. Princeton, 2006. p. 1093–1102.
- BUCAREY, V.; ELLOUMI, S.; LABBÉ, M.; PLEIN, F. Models and algorithms for the product pricing with single-minded customers requesting bundles. **Computers Operations Research**, v. 127, p. 105139, 2021.
- CHALERMSSOOK, P.; CHUZHOY, J.; KANNAN, S.; KHANNA, S. Improved hardness results for profit maximization pricing problems with unlimited supply. In: **Approximation, Randomization, and Combinatorial Optimization. Algorithms and Techniques**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. p. 73–84.
- CHEN, N.; DENG, X.; GOLDBERG, P. W.; ZHANG, J. On revenue maximization with sharp multi-unit demands. **Journal of Combinatorial Optimization**, Springer, v. 31, n. 3, p. 1174–1205, 2016.
- CHEUNG, M.; SWAMY, C. Approximation algorithms for single-minded envy-free profit-maximization problems with limited supply. In: IEEE. **2008 49th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science**. New York, 2008. p. 35–44.
- CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. **Introduction to algorithms**. Cambridge: MIT press, 2009.
- FERNANDES, C. G.; FERREIRA, C. E.; FRANCO, A. J.; SCHOUERY, R. C. The envy-free pricing problem, unit-demand markets and connections with the network pricing problem. **Discrete Optimization**, Elsevier, v. 22, p. 141–161, 2016.
- FERREIRA, C. E.; FERNANDES, C.; MIYAZAWA, F.; SOARES, J. A.; PINA Jr, J.; GUIMARÃES, K.; CARVALHO, M.; CERIOLI, M.; FEOFILOFF, P.; DAHAB, R.; WAKABAYAHY, Y. **Uma introdução sucinta a algoritmos de aproximação**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Matemática Pura e Aplicada - IMPA, 2001.

- GURUSWAMI, V.; HARTLINE, J. D.; KARLIN, A. R.; KEMPE, D.; KENYON, C.; MCSHERRY, F.; MCSHERRY, F. On profit-maximizing envy-free pricing. In: SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS. **Proceedings of the sixteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms**. Philadelphia, 2005. p. 1164–1173.
- HEILPORN, G.; LABBÉ, M.; MARCOTTE, P.; SAVARD, G. A parallel between two classes of pricing problems in transportation and marketing. **Journal of Revenue and Pricing Management**, Springer, v. 9, n. 1-2, p. 110–125, 2010.
- HEILPORN, G.; LABBÉ, M.; MARCOTTE, P.; SAVARD, G. A polyhedral study of the network pricing problem with connected toll arcs. **Networks: An International Journal**, Wiley Online Library, v. 55, n. 3, p. 234–246, 2010.
- MONACO, G.; SANKOWSKI, P.; ZHANG, Q. Revenue maximization envy-free pricing for homogeneous resources. In: **Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence**. Palo Alto: AAAI Press, 2015.
- MYKLEBUST, T. G.; SHARPE, M.; TUNÇEL, L. Efficient heuristic algorithms for maximum utility product pricing problems. **Computers & Operations Research**, Elsevier, v. 69, p. 25–39, 2016.
- PLEIN, F. **Analysis of a Problem in Product Pricing**. Dissertação (Ciências Matemáticas) – Université Libre de Bruxelles, 2017.
- SALVATIERRA, M.; FREITAS, R. de. Sobre o problema da precificação livre de inveja na indústria de entretenimento esportivo. In: SBC. **Anais do III Encontro de Teoria da Computação**. Natal, 2018.
- SALVATIERRA, M.; FREITAS, R. de. The unit-demand envy-free pricing problem applied to the sports entertainment industry. **Matemática Contemporânea**, v. 46, p. 204–211, 2019.
- SHIODA, R.; TUNÇEL, L.; MYKLEBUST, T. G. Maximum utility product pricing models and algorithms based on reservation price. **Computational Optimization and Applications**, Springer, v. 48, n. 2, p. 157–198, 2011.
- STEIN, W. **SageMath**. 2021. Disponível em: <https://www.sagemath.org/>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- WEST, D. B. *et al.* **Introduction to graph theory**. Upper Saddle River: Prentice hall, 2001. v. 2.
- WOLSEY, L. A. **Integer programming**. Hoboken: Wiley, 1998.

APÊNDICE A – TABELAS DE RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados, instância a instância, dos experimentos computacionais realizados com as formulações (B_1) , (CDI_1) e (CDI_2) , nas tabelas 10, 11 e 12, respectivamente, para a variante do PPLI com consumidores decididos e oferta ilimitada. Nas tabelas 13 e 14, são apresentados os resultados das formulações (CD_1) e (CD_2) , para o PPLI com consumidores decididos e oferta limitada.

O tempo é apresentado em segundos (s) e os gaps em percentual (%). Os status "*" e "***" indicam que o problema foi resolvido na otimalidade, onde no segundo caso uma tolerância de gap foi atingida. Nos casos em que houve estouro de memória, o status aparece como "ml" (de "memory limit") e o status "tl" (de "time limit") indica que o limite de tempo foi atingido.

Tabela 10 – Tabela de resultados para a formulação (B_1) , com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100, 150\}$ e $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.1	0	0.017851	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	1	0.030178	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	2	0.025511	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	3	0.028058	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	4	0.019257	0.005671	0.005671	0	**
25	25	0.1	5	0.024373	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	6	0.018763	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	7	0.042096	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	8	0.037518	0.008935	0.008935	0	**
25	25	0.1	9	0.020200	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0	0.047202	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	1	0.040183	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	2	0.037184	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	3	0.035021	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	4	0.044474	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	5	0.056017	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	6	0.040409	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	7	0.042906	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	8	0.064380	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	9	0.051223	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0	0.064788	0.005445	0.005445	0	**
25	25	0.4	1	0.101908	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	2	0.058223	0.004324	0.004324	0	**
25	25	0.4	3	0.084924	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	4	0.057754	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.4	5	0.069040	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	6	0.058882	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	7	0.070099	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	8	0.044122	0.000589	0.000589	0	**
25	25	0.4	9	0.080773	0.006704	0.006704	0	**
25	50	0.1	0	0.134219	0.000000	6.540000	541	*
25	50	0.1	1	0.166340	0.003655	7.550000	676	**
25	50	0.1	2	0.158783	0.007903	2.720000	350	**
25	50	0.1	3	0.139175	0.000000	2.250000	57	*
25	50	0.1	4	0.137471	0.000000	2.380000	201	*
25	50	0.1	5	0.084214	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	6	0.101674	0.005902	0.005902	0	**
25	50	0.1	7	0.096142	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	8	0.084635	0.006090	0.006090	0	**
25	50	0.1	9	0.054640	0.002168	0.002168	0	**
25	50	0.2	0	0.243715	0.000000	4.580000	621	*
25	50	0.2	1	0.719611	0.006615	18.190000	4773	**
25	50	0.2	2	1.975531	0.009869	20.120000	16166	**
25	50	0.2	3	1.587919	0.009054	25.090000	10981	**
25	50	0.2	4	0.682920	0.009919	17.920000	4861	**
25	50	0.2	5	0.683463	0.009371	17.600000	6814	**
25	50	0.2	6	0.677038	0.007531	18.440000	5960	**
25	50	0.2	7	0.542625	0.003827	16.720000	3098	**
25	50	0.2	8	0.660320	0.009101	16.960000	5828	**
25	50	0.2	9	0.468615	0.004004	17.430000	3261	**
25	50	0.4	0	0.706772	0.004911	15.520000	4705	**
25	50	0.4	1	0.884218	0.000000	16.200000	6313	*
25	50	0.4	2	0.618488	0.008995	11.990000	3186	**
25	50	0.4	3	0.975465	0.008874	21.070000	6253	**
25	50	0.4	4	2.344379	0.008400	21.520000	19960	**
25	50	0.4	5	1.971007	0.007340	23.970000	12473	**
25	50	0.4	6	2.067515	0.007178	19.780000	16117	**
25	50	0.4	7	2.024260	0.009676	17.150000	15457	**
25	50	0.4	8	2.236216	0.009817	16.410000	17695	**
25	50	0.4	9	2.080625	0.009400	16.660000	15793	**
25	75	0.1	0	1.944281	0.007720	18.000000	11046	**
25	75	0.1	1	0.438272	0.009325	9.010000	2339	**
25	75	0.1	2	2.433640	0.009659	17.010000	14645	**
25	75	0.1	3	0.874429	0.004320	12.350000	7113	**
25	75	0.1	4	0.996648	0.008201	17.650000	7825	**
25	75	0.1	5	1.004006	0.007539	13.610000	4959	**
25	75	0.1	6	0.298949	0.006007	7.630000	1093	**
25	75	0.1	7	0.665493	0.008059	15.670000	3625	**
25	75	0.1	8	0.773578	0.007171	16.140000	4678	**
25	75	0.1	9	0.817923	0.008623	14.060000	4720	**
25	75	0.2	0	10.485711	0.009622	21.360000	55207	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.2	1	8.458601	0.009747	23.300000	45987	**
25	75	0.2	2	13.754550	0.009787	24.490000	77989	**
25	75	0.2	3	12.567968	0.009707	26.380000	75269	**
25	75	0.2	4	8.092745	0.009237	23.320000	40755	**
25	75	0.2	5	3.086780	0.006874	21.730000	16620	**
25	75	0.2	6	5.916437	0.008709	23.320000	34369	**
25	75	0.2	7	15.225607	0.009732	35.110000	67297	**
25	75	0.2	8	37.999396	0.009992	34.930000	187294	**
25	75	0.2	9	6.908558	0.009926	25.180000	37669	**
25	75	0.4	0	32.157354	0.009968	39.310000	119708	**
25	75	0.4	1	8.447150	0.009754	21.170000	31767	**
25	75	0.4	2	27.565772	0.009935	27.710000	110457	**
25	75	0.4	3	18.774804	0.009997	26.860000	96435	**
25	75	0.4	4	68.769932	0.009981	35.640000	321300	**
25	75	0.4	5	14.361946	0.009997	26.950000	57380	**
25	75	0.4	6	11.639776	0.009992	23.940000	53711	**
25	75	0.4	7	21.187682	0.009966	22.600000	106325	**
25	75	0.4	8	21.074252	0.009617	27.510000	97386	**
25	75	0.4	9	25.580277	0.009860	30.990000	103175	**
25	100	0.1	0	14.785491	0.009801	16.560000	51115	**
25	100	0.1	1	3.272447	0.008591	14.400000	11811	**
25	100	0.1	2	1.665948	0.009175	14.600000	7866	**
25	100	0.1	3	46.511857	0.009889	34.010000	187535	**
25	100	0.1	4	7.059629	0.009956	28.850000	25736	**
25	100	0.1	5	7.122468	0.009957	21.640000	29100	**
25	100	0.1	6	2.621788	0.006682	15.040000	9098	**
25	100	0.1	7	14.359989	0.009957	27.740000	61496	**
25	100	0.1	8	8.224914	0.009820	17.750000	27763	**
25	100	0.1	9	1.596704	0.007969	13.410000	5009	**
25	100	0.2	0	109.770351	0.009968	35.080000	257150	**
25	100	0.2	1	186.882661	0.009994	37.440000	584496	**
25	100	0.2	2	216.107211	0.009993	46.380000	581695	**
25	100	0.2	3	137.854986	0.009986	32.110000	360529	**
25	100	0.2	4	422.147950	0.009996	36.560000	1135928	**
25	100	0.2	5	78.122331	0.009996	33.360000	215078	**
25	100	0.2	6	468.998957	0.009993	31.660000	1460483	**
25	100	0.2	7	92.480207	0.009986	28.170000	301850	**
25	100	0.2	8	297.374000	0.009990	33.020000	810033	**
25	100	0.2	9	162.623246	0.009944	33.490000	461759	**
25	100	0.4	0	719.426849	0.009985	36.340000	1581945	**
25	100	0.4	1	185.040407	0.010000	30.660000	437367	**
25	100	0.4	2	291.813490	0.009989	33.150000	1030425	**
25	100	0.4	3	591.444108	0.009996	42.900000	1243361	**
25	100	0.4	4	833.062715	0.009982	39.980000	1687801	**
25	100	0.4	5	576.582957	0.009997	36.920000	1372597	**
25	100	0.4	6	272.361420	0.009997	29.290000	796080	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.4	7	416.899751	0.009881	35.760000	1036406	**
25	100	0.4	8	1033.783037	0.009997	33.480000	2588896	**
25	100	0.4	9	496.275425	0.009990	38.000000	1502248	**
25	150	0.1	0	965.739777	0.010000	23.790000	1890609	**
25	150	0.1	1	183.504867	0.009988	22.610000	388091	**
25	150	0.1	2	4641.162153	0.010000	37.660000	6273478	**
25	150	0.1	3	428.816515	0.009970	25.380000	900176	**
25	150	0.1	4	381.337565	0.009999	26.550000	645324	**
25	150	0.1	5	847.467207	0.009996	32.660000	1467065	**
25	150	0.1	6	416.995114	0.009999	30.720000	741136	**
25	150	0.1	7	2674.730933	0.009996	30.280000	4844727	**
25	150	0.1	8	1234.337635	0.009993	36.730000	2215881	**
25	150	0.1	9	2378.366107	0.009997	34.370000	3733761	**
25	150	0.2	0	9002.770551	4.686674	53.080000	5617465	tl
25	150	0.2	1	9004.583772	3.077076	37.670000	5903457	tl
25	150	0.2	2	9002.824925	6.855860	49.660000	5571133	tl
25	150	0.2	3	9004.462271	2.512945	51.170000	5472221	tl
25	150	0.2	4	9001.518703	1.928374	43.370000	6250342	tl
25	150	0.2	5	9003.003307	3.876782	43.620000	5449591	tl
25	150	0.2	6	9003.242268	3.903330	37.780000	6230571	tl
25	150	0.2	7	9002.905871	6.143705	49.710000	5026188	tl
25	150	0.2	8	9004.416601	3.209119	46.560000	5367411	tl
25	150	0.2	9	9003.917979	4.053206	40.910000	5845119	tl
25	150	0.4	0	9004.308535	3.914834	38.570000	4855015	tl
25	150	0.4	1	9000.010725	9.278794	62.730000	4394005	tl
25	150	0.4	2	9002.332165	7.983678	50.300000	4428262	tl
25	150	0.4	3	9003.542704	5.962724	42.610000	5117581	tl
25	150	0.4	4	9003.231279	7.505736	54.850000	3712626	tl
25	150	0.4	5	9003.235110	8.575383	44.960000	4280036	tl
25	150	0.4	6	9003.480723	7.052942	39.100000	5106751	tl
25	150	0.4	7	9003.255312	8.227404	39.300000	4508196	tl
25	150	0.4	8	9006.361360	9.452193	47.660000	4343378	tl
25	150	0.4	9	9005.618095	7.011600	43.760000	5096384	tl
50	25	0.1	0	0.038093	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	1	0.037464	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	2	0.042847	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	3	0.044336	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	4	0.036266	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	5	0.006139	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	6	0.032724	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	7	0.111870	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	8	0.031868	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	9	0.038875	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0	0.060631	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	1	0.062475	0.005033	0.005033	0	**
50	25	0.2	2	0.051775	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	25	0.2	3	0.075214	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	4	0.065716	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	5	0.075533	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	6	0.069838	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	7	0.069963	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	8	0.071818	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	9	0.048498	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0	0.159281	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	1	0.107694	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	2	0.240429	0.006112	0.006112	0	**
50	25	0.4	3	0.105792	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	4	0.071934	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	5	0.076188	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	6	0.071522	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	7	0.106274	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	8	0.109112	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	9	0.079180	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0	0.981312	0.006216	8.970000	2759	**
50	50	0.1	1	0.489560	0.000000	2.620000	513	*
50	50	0.1	2	0.164932	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	3	0.491575	0.000000	2.400000	493	*
50	50	0.1	4	0.682936	0.006435	2.930000	759	**
50	50	0.1	5	0.770066	0.003345	6.320000	2007	**
50	50	0.1	6	0.188436	0.006780	0.006780	0	**
50	50	0.1	7	0.187010	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	8	0.628702	0.008985	5.260000	1371	**
50	50	0.1	9	0.548840	0.003345	3.060000	380	**
50	50	0.2	0	1.196068	0.009427	9.670000	5545	**
50	50	0.2	1	3.928206	0.008312	14.550000	19696	**
50	50	0.2	2	0.848132	0.008914	7.280000	2038	**
50	50	0.2	3	1.388241	0.009302	8.180000	6745	**
50	50	0.2	4	1.321336	0.009527	9.180000	7287	**
50	50	0.2	5	4.401583	0.009426	10.180000	21840	**
50	50	0.2	6	2.731802	0.009976	12.330000	14029	**
50	50	0.2	7	2.765422	0.008749	13.360000	12023	**
50	50	0.2	8	2.824920	0.009383	8.790000	13440	**
50	50	0.2	9	1.401960	0.008687	12.450000	5996	**
50	50	0.4	0	3.248614	0.009661	14.130000	13089	**
50	50	0.4	1	6.957617	0.009875	16.640000	31860	**
50	50	0.4	2	5.938386	0.009666	15.430000	20973	**
50	50	0.4	3	4.354768	0.009487	12.070000	18454	**
50	50	0.4	4	2.854405	0.009861	14.630000	14276	**
50	50	0.4	5	9.159039	0.009802	22.140000	42666	**
50	50	0.4	6	5.617513	0.009656	19.490000	35318	**
50	50	0.4	7	2.971059	0.009340	14.390000	19700	**
50	50	0.4	8	3.682841	0.009589	17.900000	22968	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.4	9	3.046848	0.009630	14.180000	17934	**
50	75	0.1	0	7.962435	0.009833	18.530000	30860	**
50	75	0.1	1	3.862181	0.009114	10.510000	18694	**
50	75	0.1	2	2.710576	0.009197	15.500000	11372	**
50	75	0.1	3	14.976664	0.009902	16.180000	47297	**
50	75	0.1	4	6.746880	0.009794	15.460000	37886	**
50	75	0.1	5	7.019374	0.009833	25.810000	25570	**
50	75	0.1	6	24.546128	0.009984	21.000000	78588	**
50	75	0.1	7	15.300535	0.000000	17.380000	64362	*
50	75	0.1	8	4.093275	0.009408	14.020000	17772	**
50	75	0.1	9	5.914206	0.009606	15.170000	23455	**
50	75	0.2	0	65.836425	0.009976	22.400000	236517	**
50	75	0.2	1	147.581949	0.009995	30.070000	617693	**
50	75	0.2	2	168.251364	0.009994	20.470000	697680	**
50	75	0.2	3	315.788164	0.009974	24.250000	897093	**
50	75	0.2	4	100.905002	0.009958	31.550000	307807	**
50	75	0.2	5	310.982711	0.009984	30.380000	737413	**
50	75	0.2	6	20.677704	0.009734	18.970000	61818	**
50	75	0.2	7	309.094227	0.009950	26.750000	694608	**
50	75	0.2	8	35.880545	0.009968	18.600000	152134	**
50	75	0.2	9	776.599487	0.009999	30.280000	2336945	**
50	75	0.4	0	2010.062460	0.009995	36.430000	4020838	**
50	75	0.4	1	529.519043	0.009998	33.730000	1276784	**
50	75	0.4	2	109.600584	0.009909	20.490000	246980	**
50	75	0.4	3	122.572707	0.009936	25.990000	293029	**
50	75	0.4	4	56.875475	0.009928	21.820000	134675	**
50	75	0.4	5	312.272863	0.009989	35.530000	496666	**
50	75	0.4	6	170.926041	0.009971	24.830000	489451	**
50	75	0.4	7	188.538533	0.009883	27.450000	458984	**
50	75	0.4	8	207.750179	0.009996	28.600000	723290	**
50	75	0.4	9	356.817681	0.009993	25.630000	937091	**
50	100	0.1	0	311.972644	0.009998	19.860000	894425	**
50	100	0.1	1	843.113843	0.009997	29.410000	1776676	**
50	100	0.1	2	154.985394	0.009977	28.860000	376159	**
50	100	0.1	3	86.655144	0.009969	24.010000	259395	**
50	100	0.1	4	195.833866	0.009996	21.960000	565024	**
50	100	0.1	5	315.831515	0.010000	24.700000	902256	**
50	100	0.1	6	652.608732	0.009998	25.080000	1376006	**
50	100	0.1	7	96.361687	0.009992	24.460000	249933	**
50	100	0.1	8	388.012829	0.009996	25.710000	1080216	**
50	100	0.1	9	449.294696	0.009989	20.860000	1063347	**
50	100	0.2	0	3207.993593	0.009999	33.920000	6573585	**
50	100	0.2	1	9002.593618	6.942537	43.370000	6061538	tl
50	100	0.2	2	2885.130615	0.010000	32.780000	3810618	**
50	100	0.2	3	9000.066691	0.541807	33.060000	7971752	tl
50	100	0.2	4	1044.277676	0.010000	25.290000	1988330	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.2	5	9003.013336	2.223810	35.650000	7671026	tl
50	100	0.2	6	3518.823634	0.009998	28.920000	5005687	**
50	100	0.2	7	1070.449115	0.009996	41.830000	1554512	**
50	100	0.2	8	9004.575380	3.925932	38.970000	6988753	tl
50	100	0.2	9	9003.932376	4.181651	39.260000	7939733	tl
50	100	0.4	0	3119.978821	0.009997	25.880000	3840806	**
50	100	0.4	1	9002.441561	3.377198	32.010000	6546931	tl
50	100	0.4	2	9006.220536	5.208390	34.450000	6435053	tl
50	100	0.4	3	4676.107589	0.009995	30.270000	5977958	**
50	100	0.4	4	9005.118909	2.495219	34.280000	6745718	tl
50	100	0.4	5	9000.008067	1.139317	31.360000	10142053	tl
50	100	0.4	6	9003.641058	5.005812	45.740000	5969851	tl
50	100	0.4	7	9002.748135	3.599076	30.520000	6241952	tl
50	100	0.4	8	7363.732718	0.009995	31.520000	7408833	**
50	100	0.4	9	9004.299234	3.796841	33.370000	6902389	tl
50	150	0.1	0	9004.748666	7.376115	45.690000	4195388	tl
50	150	0.1	1	9003.567997	5.803844	36.780000	4660811	tl
50	150	0.1	2	9005.190422	5.884012	30.230000	4658173	tl
50	150	0.1	3	8552.257108	7.189742	41.640000	4771062	ml
50	150	0.1	4	9005.458156	8.631956	43.440000	3995131	tl
50	150	0.1	5	8970.804031	8.146849	41.500000	4621406	ml
50	150	0.1	6	9003.340877	5.120615	30.560000	4545523	tl
50	150	0.1	7	9003.901850	6.795272	35.600000	4429078	tl
50	150	0.1	8	8641.914527	9.428455	41.320000	4359669	ml
50	150	0.1	9	9004.962162	7.531735	33.780000	4454644	tl
50	150	0.2	0	9006.064900	12.620973	47.410000	3801629	tl
50	150	0.2	1	9003.622261	13.089381	45.370000	3217819	tl
50	150	0.2	2	7339.286242	15.749398	47.480000	3597841	ml
50	150	0.2	3	9005.288492	10.854973	51.130000	3504355	tl
50	150	0.2	4	8993.604855	16.183228	54.500000	3614034	ml
50	150	0.2	5	9005.033187	12.382009	45.900000	3837358	tl
50	150	0.2	6	7821.252204	14.957156	51.270000	3636409	ml
50	150	0.2	7	9005.558537	12.525179	53.630000	3589545	tl
50	150	0.2	8	9005.371597	14.557210	51.520000	3635654	tl
50	150	0.2	9	9006.092245	10.614132	43.450000	3522506	tl
50	150	0.4	0	9005.332591	13.705789	44.030000	3384250	tl
50	150	0.4	1	9004.889357	15.957037	41.000000	2717563	tl
50	150	0.4	2	9004.486036	17.335844	40.920000	3055674	tl
50	150	0.4	3	9004.806028	14.711477	44.720000	3171098	tl
50	150	0.4	4	9004.488796	13.866075	43.850000	2645023	tl
50	150	0.4	5	9004.904641	12.215585	33.880000	3346707	tl
50	150	0.4	6	9004.832728	14.597947	37.440000	2408181	tl
50	150	0.4	7	9004.910677	11.414473	31.880000	2900385	tl
50	150	0.4	8	9003.845680	13.020107	36.970000	2498463	tl
50	150	0.4	9	9005.420995	14.154244	42.390000	2825819	tl
75	25	0.1	0	0.004715	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.1	1	0.193436	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	2	0.004905	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	3	0.026999	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	4	0.004839	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	5	0.097220	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	6	0.004715	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	7	0.156569	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	8	0.004646	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	9	0.274642	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0	0.064477	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	1	0.049962	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	2	0.073177	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	3	0.211847	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	4	0.059066	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	5	0.063307	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	6	0.082963	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	7	0.050347	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	8	0.058785	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	9	0.048341	0.007775	0.007775	0	**
75	25	0.4	0	0.103584	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	1	0.141500	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	2	0.093105	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	3	0.072803	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	4	0.087008	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	5	0.073595	0.005092	0.005092	0	**
75	25	0.4	6	0.096519	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	7	0.083387	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	8	0.068847	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	9	0.073708	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0	1.314359	0.009551	6.720000	5978	**
75	50	0.1	1	0.741338	0.007025	7.090000	1579	**
75	50	0.1	2	0.648667	0.007868	3.290000	1050	**
75	50	0.1	3	0.206338	0.007735	0.007735	0	**
75	50	0.1	4	0.847938	0.009242	7.110000	1826	**
75	50	0.1	5	1.005525	0.009792	6.050000	2865	**
75	50	0.1	6	0.494993	0.005468	0.390000	290	**
75	50	0.1	7	0.137818	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	8	0.166812	0.004409	0.004409	0	**
75	50	0.1	9	0.866171	0.007382	8.510000	2843	**
75	50	0.2	0	3.437372	0.008431	9.650000	12740	**
75	50	0.2	1	1.513474	0.009477	8.590000	4345	**
75	50	0.2	2	3.288975	0.008234	12.790000	13279	**
75	50	0.2	3	1.770125	0.009846	10.160000	6228	**
75	50	0.2	4	1.867362	0.006101	8.680000	7906	**
75	50	0.2	5	1.497543	0.006664	8.640000	5193	**
75	50	0.2	6	0.973206	0.006318	6.570000	2848	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.2	7	0.683147	0.007504	4.520000	1358	**
75	50	0.2	8	7.799854	0.009995	11.940000	32044	**
75	50	0.2	9	3.204063	0.009045	9.150000	13008	**
75	50	0.4	0	17.082987	0.009981	22.000000	71562	**
75	50	0.4	1	2.423515	0.006016	8.490000	6154	**
75	50	0.4	2	5.335178	0.009475	11.490000	16766	**
75	50	0.4	3	6.305860	0.009956	11.670000	21847	**
75	50	0.4	4	12.126007	0.009258	17.980000	38837	**
75	50	0.4	5	5.881926	0.006330	15.750000	19116	**
75	50	0.4	6	15.206323	0.009922	16.210000	54741	**
75	50	0.4	7	5.395793	0.009260	12.860000	23149	**
75	50	0.4	8	6.444751	0.009482	15.620000	24308	**
75	50	0.4	9	4.414875	0.007958	15.050000	15729	**
75	75	0.1	0	84.979891	0.009982	16.810000	211392	**
75	75	0.1	1	98.203704	0.009968	15.630000	272272	**
75	75	0.1	2	69.560187	0.009970	18.870000	199730	**
75	75	0.1	3	9.814698	0.010000	12.860000	31517	**
75	75	0.1	4	14.117145	0.009887	13.320000	39686	**
75	75	0.1	5	6.155808	0.009849	9.630000	31149	**
75	75	0.1	6	35.233520	0.009962	16.850000	110394	**
75	75	0.1	7	8.474855	0.009956	12.280000	34142	**
75	75	0.1	8	57.280970	0.009963	16.950000	207320	**
75	75	0.1	9	7.607828	0.009310	12.840000	25288	**
75	75	0.2	0	347.191836	0.009985	21.990000	852201	**
75	75	0.2	1	1233.588129	0.009991	21.750000	2081266	**
75	75	0.2	2	1300.236027	0.009990	26.200000	2682433	**
75	75	0.2	3	339.189754	0.009998	19.330000	1222162	**
75	75	0.2	4	146.206158	0.009988	20.070000	319080	**
75	75	0.2	5	230.869085	0.009996	22.050000	592300	**
75	75	0.2	6	1772.425152	0.010000	22.650000	4047776	**
75	75	0.2	7	306.370024	0.009979	23.160000	793865	**
75	75	0.2	8	1061.028375	0.010000	22.520000	2020794	**
75	75	0.2	9	210.965452	0.009981	21.340000	577955	**
75	75	0.4	0	414.958651	0.009994	21.630000	734575	**
75	75	0.4	1	8571.284320	0.010000	28.460000	8137008	**
75	75	0.4	2	583.149696	0.009981	23.160000	1329607	**
75	75	0.4	3	916.609854	0.009993	25.000000	2566269	**
75	75	0.4	4	93.474237	0.009927	15.900000	176819	**
75	75	0.4	5	255.034351	0.009992	20.700000	570549	**
75	75	0.4	6	780.881547	0.009986	24.740000	1578625	**
75	75	0.4	7	717.636342	0.009998	21.530000	1641351	**
75	75	0.4	8	1180.509869	0.009985	23.450000	2843045	**
75	75	0.4	9	2355.486123	0.009996	29.220000	3871411	**
75	100	0.1	0	5796.546654	0.010000	32.120000	6551388	**
75	100	0.1	1	9004.600185	2.016950	22.620000	7132797	tl
75	100	0.1	2	9000.011155	0.931736	26.030000	7403921	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	100	0.1	3	708.710198	0.009995	19.250000	1468766	**
75	100	0.1	4	6096.345871	0.010000	33.290000	6578198	**
75	100	0.1	5	1185.095526	0.009999	25.580000	1984797	**
75	100	0.1	6	5116.591013	0.009999	25.470000	6130142	**
75	100	0.1	7	9004.302757	3.187934	33.510000	7759392	tl
75	100	0.1	8	3012.783255	0.010000	22.130000	4404135	**
75	100	0.1	9	786.729410	0.009992	25.350000	2061328	**
75	100	0.2	0	9006.276201	5.870357	37.740000	5016269	tl
75	100	0.2	1	9003.125455	3.348562	23.740000	5181480	tl
75	100	0.2	2	9002.363725	4.055676	34.100000	5970183	tl
75	100	0.2	3	9005.888543	4.519294	38.730000	5981839	tl
75	100	0.2	4	9005.056876	4.184606	32.750000	5891978	tl
75	100	0.2	5	9001.953658	4.184411	31.300000	5478545	tl
75	100	0.2	6	9003.605342	4.128388	49.470000	5600615	tl
75	100	0.2	7	9003.362507	2.113723	23.380000	7029647	tl
75	100	0.2	8	9004.667613	4.216193	34.620000	5510883	tl
75	100	0.2	9	9003.203162	1.958989	22.220000	7071689	tl
75	100	0.4	0	9006.329602	4.906867	28.850000	5201714	tl
75	100	0.4	1	9002.367637	3.377292	27.260000	5053448	tl
75	100	0.4	2	9002.491756	3.422513	27.890000	4564312	tl
75	100	0.4	3	9005.595712	5.470286	41.030000	4069693	tl
75	100	0.4	4	9002.887266	5.530310	27.480000	4746109	tl
75	100	0.4	5	9003.939473	4.345568	34.140000	4712858	tl
75	100	0.4	6	9003.196247	2.683709	25.750000	6210638	tl
75	100	0.4	7	9002.353766	3.757089	29.810000	4683663	tl
75	100	0.4	8	9004.265074	2.584904	24.100000	5968372	tl
75	100	0.4	9	9005.193693	7.165049	41.680000	4188404	tl
75	150	0.1	0	9004.883125	9.285283	32.460000	3961716	tl
75	150	0.1	1	9004.153000	6.874703	38.240000	3466342	tl
75	150	0.1	2	9005.537000	10.531492	35.820000	3572359	tl
75	150	0.1	3	9006.173685	9.300611	37.750000	3489512	tl
75	150	0.1	4	9006.230212	8.338562	39.900000	3969146	tl
75	150	0.1	5	9004.584995	8.529033	37.650000	3720587	tl
75	150	0.1	6	9004.157000	7.565191	37.730000	3630284	tl
75	150	0.1	7	9004.242864	10.195986	36.960000	3815584	tl
75	150	0.1	8	9005.254465	12.216791	37.780000	3696601	tl
75	150	0.1	9	9004.372053	6.987635	29.070000	3829119	tl
75	150	0.2	0	9004.998336	18.349874	42.510000	3060558	tl
75	150	0.2	1	9004.602651	15.793156	41.790000	2598261	tl
75	150	0.2	2	9005.050561	18.652573	41.170000	2653692	tl
75	150	0.2	3	9005.299031	18.620604	44.860000	3334597	tl
75	150	0.2	4	9005.003752	16.450828	41.010000	2943659	tl
75	150	0.2	5	9004.354034	13.609357	38.780000	3081534	tl
75	150	0.2	6	9005.013880	18.343842	48.980000	2833327	tl
75	150	0.2	7	9005.563683	16.625396	40.390000	2938865	tl
75	150	0.2	8	9005.376118	16.221532	48.990000	3070491	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	150	0.2	9	9005.005946	14.054533	38.090000	2955509	tl
75	150	0.4	0	9004.156367	14.046469	38.100000	2396680	tl
75	150	0.4	1	9003.386114	16.374210	39.300000	2099770	tl
75	150	0.4	2	9003.191247	15.992102	40.750000	2023705	tl
75	150	0.4	3	9003.823656	19.815305	45.960000	1895109	tl
75	150	0.4	4	9003.236876	17.061959	40.650000	2017115	tl
75	150	0.4	5	9003.371620	14.702425	39.700000	2212419	tl
75	150	0.4	6	9003.294887	16.459703	43.110000	1831822	tl
75	150	0.4	7	9003.720244	16.282793	33.630000	2061184	tl
75	150	0.4	8	9003.994938	14.102101	30.200000	2394248	tl
75	150	0.4	9	9003.653991	15.766996	33.120000	2179678	tl
Média				17.92889547	0.009939781424	21.525	76629	

Tabela 11 – Tabela de resultados para a formulação (CDI_1), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100, 150\}$ e $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.1	0	0.025676	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	1	0.030431	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	2	0.019419	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	3	0.027161	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	4	0.020013	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	5	0.019233	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	6	0.016372	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	7	0.020284	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	8	0.031259	0.008706	0.008706	0	**
25	25	0.1	9	0.033907	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0	0.032274	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	1	0.036009	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	2	0.062763	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	3	0.042603	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	4	0.055935	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	5	0.054014	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	6	0.037508	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	7	0.033470	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	8	0.066071	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	9	0.050756	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0	0.055804	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	1	0.075123	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	2	0.059124	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	3	0.090885	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	4	0.048446	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.4	5	0.062758	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	6	0.046226	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	7	0.095931	0.009841	0.009841	0	**
25	25	0.4	8	0.050080	0.000589	0.000589	0	**
25	25	0.4	9	0.065853	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0	0.179837	0.000000	4.660000	341	*
25	50	0.1	1	0.104701	0.007478	6.380000	411	**
25	50	0.1	2	0.145442	0.009264	2.390000	226	**
25	50	0.1	3	0.113893	0.000000	2.930000	67	*
25	50	0.1	4	0.159207	0.000363	2.810000	246	**
25	50	0.1	5	0.111434	0.008221	0.008221	0	**
25	50	0.1	6	0.109427	0.000000	2.500000	164	*
25	50	0.1	7	0.101163	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	8	0.130251	0.006491	0.006491	0	**
25	50	0.1	9	0.071447	0.005303	0.005303	0	**
25	50	0.2	0	0.219867	0.000000	7.390000	760	*
25	50	0.2	1	0.728778	0.008422	20.780000	4846	**
25	50	0.2	2	1.913493	0.008707	20.790000	14150	**
25	50	0.2	3	1.686131	0.007461	22.960000	12348	**
25	50	0.2	4	0.583115	0.007015	16.420000	4659	**
25	50	0.2	5	0.743394	0.004847	17.730000	7853	**
25	50	0.2	6	0.686175	0.004622	17.580000	5597	**
25	50	0.2	7	0.464142	0.009739	17.850000	2339	**
25	50	0.2	8	0.718138	0.009495	16.250000	5658	**
25	50	0.2	9	0.476498	0.000000	16.560000	2256	*
25	50	0.4	0	0.683059	0.008878	13.340000	3836	**
25	50	0.4	1	0.865059	0.009654	20.610000	6398	**
25	50	0.4	2	0.704474	0.005971	14.810000	3254	**
25	50	0.4	3	1.096151	0.000148	24.220000	7521	**
25	50	0.4	4	2.393000	0.008052	22.760000	14465	**
25	50	0.4	5	2.159739	0.008626	23.670000	12200	**
25	50	0.4	6	2.111141	0.008666	27.090000	15010	**
25	50	0.4	7	2.038926	0.009192	18.000000	13396	**
25	50	0.4	8	2.163775	0.009899	20.480000	14083	**
25	50	0.4	9	1.925554	0.006622	18.510000	11060	**
25	75	0.1	0	1.569355	0.008405	21.330000	7079	**
25	75	0.1	1	0.319815	0.007262	8.270000	1832	**
25	75	0.1	2	2.527737	0.009517	14.260000	9448	**
25	75	0.1	3	0.789316	0.008989	13.310000	5167	**
25	75	0.1	4	1.138130	0.004004	13.740000	5694	**
25	75	0.1	5	0.630642	0.002336	17.620000	3884	**
25	75	0.1	6	0.245882	0.009054	6.820000	730	**
25	75	0.1	7	0.680101	0.005849	11.500000	3778	**
25	75	0.1	8	1.056361	0.008606	11.960000	5989	**
25	75	0.1	9	0.632280	0.008991	16.580000	4036	**
25	75	0.2	0	10.468175	0.009587	26.360000	50371	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.2	1	10.344674	0.009833	26.110000	41951	**
25	75	0.2	2	13.234373	0.009746	21.650000	58119	**
25	75	0.2	3	11.666778	0.009833	29.010000	58707	**
25	75	0.2	4	8.407345	0.009940	24.650000	34788	**
25	75	0.2	5	3.556270	0.008373	20.400000	17558	**
25	75	0.2	6	7.494060	0.009749	20.120000	28814	**
25	75	0.2	7	16.778771	0.009991	33.330000	59920	**
25	75	0.2	8	33.349745	0.009889	35.000000	131010	**
25	75	0.2	9	8.769541	0.006935	24.580000	30949	**
25	75	0.4	0	21.747526	0.009950	27.340000	71599	**
25	75	0.4	1	6.205348	0.009074	21.870000	34895	**
25	75	0.4	2	27.550735	0.009936	30.170000	92579	**
25	75	0.4	3	20.948433	0.009751	28.450000	75477	**
25	75	0.4	4	58.929408	0.009885	29.920000	229096	**
25	75	0.4	5	14.729291	0.009854	26.090000	48675	**
25	75	0.4	6	13.488971	0.009675	27.690000	50646	**
25	75	0.4	7	21.951589	0.009651	25.100000	73420	**
25	75	0.4	8	21.766206	0.009750	31.400000	79417	**
25	75	0.4	9	28.244201	0.009923	32.250000	84607	**
25	100	0.1	0	8.211377	0.009424	14.930000	22871	**
25	100	0.1	1	2.730346	0.007682	19.340000	7839	**
25	100	0.1	2	1.494948	0.009709	14.820000	7177	**
25	100	0.1	3	43.969956	0.009997	30.270000	118575	**
25	100	0.1	4	6.912876	0.009426	23.960000	15324	**
25	100	0.1	5	6.016812	0.009840	19.190000	15220	**
25	100	0.1	6	1.295399	0.009281	10.150000	5203	**
25	100	0.1	7	13.425244	0.009828	23.940000	38289	**
25	100	0.1	8	7.367329	0.008753	15.220000	15587	**
25	100	0.1	9	1.030545	0.008277	11.830000	3580	**
25	100	0.2	0	84.479172	0.009988	33.400000	179864	**
25	100	0.2	1	205.342230	0.009898	32.130000	365941	**
25	100	0.2	2	327.962142	0.009936	47.680000	523680	**
25	100	0.2	3	110.303229	0.009958	34.860000	215141	**
25	100	0.2	4	462.679300	0.009994	46.900000	862279	**
25	100	0.2	5	81.839904	0.009901	38.570000	165369	**
25	100	0.2	6	505.537799	0.009993	30.120000	970130	**
25	100	0.2	7	103.291854	0.009906	29.280000	224300	**
25	100	0.2	8	317.605891	0.009977	29.210000	510531	**
25	100	0.2	9	209.289923	0.009953	28.150000	340838	**
25	100	0.4	0	549.200752	0.009984	43.140000	977229	**
25	100	0.4	1	189.822934	0.009960	30.270000	291235	**
25	100	0.4	2	361.000772	0.009980	45.650000	683047	**
25	100	0.4	3	580.374058	0.009997	30.500000	1194887	**
25	100	0.4	4	668.306331	0.009988	47.300000	959231	**
25	100	0.4	5	566.765156	0.010000	38.590000	957061	**
25	100	0.4	6	346.918144	0.009989	26.890000	596486	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.4	7	371.545230	0.009983	51.270000	644556	**
25	100	0.4	8	706.617831	0.009959	30.490000	1225390	**
25	100	0.4	9	614.499874	0.009997	35.590000	1107964	**
25	150	0.1	0	532.086998	0.009996	31.300000	584693	**
25	150	0.1	1	97.492693	0.009868	21.240000	117775	**
25	150	0.1	2	1698.065486	0.009999	36.680000	2225917	**
25	150	0.1	3	201.106447	0.009946	33.990000	217765	**
25	150	0.1	4	139.352070	0.009972	22.820000	133515	**
25	150	0.1	5	500.665149	0.009982	29.820000	536125	**
25	150	0.1	6	278.596394	0.009972	27.580000	304049	**
25	150	0.1	7	852.607860	0.009984	30.480000	1013522	**
25	150	0.1	8	550.316983	0.009994	30.830000	648966	**
25	150	0.1	9	1291.811141	0.009999	32.820000	1508637	**
25	150	0.2	0	9002.406607	4.452354	43.050000	3910728	tl
25	150	0.2	1	9003.652812	2.544216	32.460000	4712861	tl
25	150	0.2	2	9005.037940	6.993367	47.120000	3782656	tl
25	150	0.2	3	9002.277155	1.752852	49.300000	4706288	tl
25	150	0.2	4	9001.544486	1.498325	45.230000	5507670	tl
25	150	0.2	5	9004.315725	4.375982	61.790000	3650878	tl
25	150	0.2	6	9003.019868	3.716610	36.630000	3813988	tl
25	150	0.2	7	9004.032902	5.358888	47.400000	3806018	tl
25	150	0.2	8	9002.712231	2.941107	38.700000	4151915	tl
25	150	0.2	9	9004.550300	3.042374	46.270000	4382768	tl
25	150	0.4	0	9003.465434	3.736997	38.530000	3849179	tl
25	150	0.4	1	9002.931740	7.863798	50.330000	3962526	tl
25	150	0.4	2	9005.732226	6.764429	44.070000	3799163	tl
25	150	0.4	3	9002.789242	5.343508	52.080000	3668094	tl
25	150	0.4	4	9005.721785	7.335778	45.910000	3236443	tl
25	150	0.4	5	9007.596809	8.641920	56.460000	3585782	tl
25	150	0.4	6	9004.812267	6.574706	46.310000	3373077	tl
25	150	0.4	7	9003.887007	7.063857	54.880000	3881666	tl
25	150	0.4	8	9005.137004	8.183464	47.590000	4012759	tl
25	150	0.4	9	9002.537544	6.508100	53.930000	3716835	tl
50	25	0.1	0	0.033135	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	1	0.040050	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	2	0.039668	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	3	0.062112	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	4	0.046416	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	5	0.007916	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	6	0.043665	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	7	0.140844	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	8	0.039066	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	9	0.030035	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0	0.062888	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	1	0.070109	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	2	0.046813	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	25	0.2	3	0.068505	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	4	0.062531	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	5	0.076335	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	6	0.067016	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	7	0.081691	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	8	0.050126	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	9	0.059496	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0	0.131220	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	1	0.072648	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	2	0.148683	0.004137	0.004137	0	**
50	25	0.4	3	0.079539	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	4	0.083418	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	5	0.085473	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	6	0.097088	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	7	0.102680	0.001613	0.001613	0	**
50	25	0.4	8	0.092727	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	9	0.071139	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0	0.944069	0.009956	10.230000	3543	**
50	50	0.1	1	0.511059	0.000000	0.760000	574	*
50	50	0.1	2	0.373166	0.009812	0.950000	229	**
50	50	0.1	3	0.481052	0.007926	3.210000	497	**
50	50	0.1	4	0.666268	0.008688	4.760000	689	**
50	50	0.1	5	0.675047	0.000000	7.650000	1951	*
50	50	0.1	6	0.362908	0.000000	5.750000	726	*
50	50	0.1	7	0.437002	0.004820	2.950000	368	**
50	50	0.1	8	0.711855	0.008561	5.810000	1631	**
50	50	0.1	9	0.347956	0.000000	4.990000	397	*
50	50	0.2	0	1.746858	0.009279	9.870000	7088	**
50	50	0.2	1	4.889005	0.009390	14.160000	20143	**
50	50	0.2	2	0.943235	0.004891	7.070000	2234	**
50	50	0.2	3	1.155013	0.009955	8.690000	5792	**
50	50	0.2	4	1.453299	0.005038	10.050000	7139	**
50	50	0.2	5	4.791774	0.009322	12.240000	20148	**
50	50	0.2	6	2.886331	0.007482	11.130000	13749	**
50	50	0.2	7	3.494651	0.009137	13.290000	13421	**
50	50	0.2	8	2.889633	0.009595	11.150000	13828	**
50	50	0.2	9	2.462634	0.009171	12.860000	11757	**
50	50	0.4	0	3.867984	0.009796	14.150000	13576	**
50	50	0.4	1	5.813157	0.009711	17.060000	25380	**
50	50	0.4	2	5.950624	0.009689	14.530000	21755	**
50	50	0.4	3	5.178712	0.008840	11.940000	16468	**
50	50	0.4	4	3.819944	0.008908	14.050000	13019	**
50	50	0.4	5	12.796059	0.008405	25.270000	40785	**
50	50	0.4	6	9.429234	0.007795	16.000000	35212	**
50	50	0.4	7	4.747783	0.007704	16.450000	18795	**
50	50	0.4	8	5.973000	0.009566	13.670000	18289	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.4	9	4.444378	0.009763	18.130000	19785	**
50	75	0.1	0	12.807727	0.009958	20.070000	24909	**
50	75	0.1	1	5.827026	0.009853	10.960000	16531	**
50	75	0.1	2	4.931563	0.008139	17.100000	10186	**
50	75	0.1	3	23.724683	0.009925	17.240000	44889	**
50	75	0.1	4	11.071408	0.009493	14.950000	32788	**
50	75	0.1	5	12.727448	0.009728	17.830000	30009	**
50	75	0.1	6	33.101553	0.009991	20.080000	64167	**
50	75	0.1	7	39.635321	0.009969	17.680000	69336	**
50	75	0.1	8	7.256779	0.008281	13.930000	19672	**
50	75	0.1	9	19.407095	0.009997	15.930000	37625	**
50	75	0.2	0	88.506487	0.009833	19.770000	225083	**
50	75	0.2	1	199.130185	0.009947	28.780000	563203	**
50	75	0.2	2	260.801060	0.009997	24.650000	647580	**
50	75	0.2	3	462.889178	0.009999	28.850000	1105874	**
50	75	0.2	4	154.000787	0.009844	30.550000	428515	**
50	75	0.2	5	235.909116	0.009984	28.430000	637504	**
50	75	0.2	6	21.159395	0.009905	15.190000	67493	**
50	75	0.2	7	341.960630	0.009994	27.790000	745533	**
50	75	0.2	8	58.824834	0.009985	16.590000	137233	**
50	75	0.2	9	952.378187	0.009994	30.040000	1987860	**
50	75	0.4	0	1698.423167	0.009995	41.730000	2823145	**
50	75	0.4	1	559.043093	0.009989	36.900000	1025427	**
50	75	0.4	2	145.344980	0.009997	20.220000	251274	**
50	75	0.4	3	205.303491	0.009965	27.100000	315713	**
50	75	0.4	4	95.762924	0.009776	24.820000	159151	**
50	75	0.4	5	302.724204	0.009980	31.460000	521664	**
50	75	0.4	6	207.051351	0.009947	22.110000	440827	**
50	75	0.4	7	237.610630	0.009937	26.560000	315549	**
50	75	0.4	8	278.709011	0.009995	31.410000	670591	**
50	75	0.4	9	471.249485	0.009993	28.500000	754772	**
50	100	0.1	0	333.791453	0.009999	25.790000	706665	**
50	100	0.1	1	984.461094	0.009996	33.130000	1707320	**
50	100	0.1	2	252.353903	0.009994	26.230000	356726	**
50	100	0.1	3	176.658104	0.009984	20.150000	284477	**
50	100	0.1	4	261.699787	0.009996	21.750000	488840	**
50	100	0.1	5	506.224245	0.009974	29.720000	896864	**
50	100	0.1	6	723.539376	0.009994	25.150000	1137394	**
50	100	0.1	7	121.235750	0.009941	23.380000	212160	**
50	100	0.1	8	527.841628	0.009997	23.240000	906789	**
50	100	0.1	9	485.090167	0.009998	24.850000	993403	**
50	100	0.2	0	2974.157068	0.009993	35.080000	4912663	**
50	100	0.2	1	9006.697188	7.444280	38.740000	5589344	tl
50	100	0.2	2	3296.091082	0.009994	29.810000	4044829	**
50	100	0.2	3	6043.809351	0.009999	31.920000	6890579	**
50	100	0.2	4	1532.560708	0.009993	25.560000	2055642	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.2	5	9002.606055	3.155542	41.660000	5531387	tl
50	100	0.2	6	4379.229169	0.009999	27.260000	4335070	**
50	100	0.2	7	1784.949474	0.009997	38.360000	1754828	**
50	100	0.2	8	9002.817408	4.532805	40.720000	5477952	tl
50	100	0.2	9	9003.355295	4.714256	42.720000	5564850	tl
50	100	0.4	0	1985.564823	0.009999	27.650000	2477339	**
50	100	0.4	1	9002.990412	3.361133	33.730000	5697579	tl
50	100	0.4	2	9004.158960	4.605985	42.380000	5689474	tl
50	100	0.4	3	4847.519711	0.009998	30.690000	5541449	**
50	100	0.4	4	9000.011267	1.708218	35.000000	6037767	tl
50	100	0.4	5	8801.310053	0.009996	35.760000	8226565	**
50	100	0.4	6	9003.709526	4.828425	38.940000	5045856	tl
50	100	0.4	7	9004.531982	3.233379	35.010000	5711142	tl
50	100	0.4	8	6579.246858	0.009997	38.460000	4910346	**
50	100	0.4	9	9003.763480	3.766739	38.140000	5064207	tl
50	150	0.1	0	9003.865783	7.668501	41.230000	3359582	tl
50	150	0.1	1	9004.490993	6.370536	33.310000	3805649	tl
50	150	0.1	2	9004.546636	5.950330	35.960000	4001303	tl
50	150	0.1	3	9004.154896	7.955095	38.770000	3813129	tl
50	150	0.1	4	9005.472862	8.893467	35.800000	3182776	tl
50	150	0.1	5	9004.719711	8.679117	46.270000	3466335	tl
50	150	0.1	6	9005.795803	5.698332	32.200000	3532663	tl
50	150	0.1	7	9004.370126	7.128742	41.660000	3254170	tl
50	150	0.1	8	9004.922683	9.492100	42.260000	3167658	tl
50	150	0.1	9	9005.175089	7.634949	41.980000	3076388	tl
50	150	0.2	0	9005.014692	13.146177	50.290000	2999000	tl
50	150	0.2	1	9004.482230	13.797549	43.950000	2852067	tl
50	150	0.2	2	9005.413603	16.462498	44.810000	2934449	tl
50	150	0.2	3	9005.929326	11.806966	46.000000	3017468	tl
50	150	0.2	4	9006.180695	17.084448	58.680000	3025391	tl
50	150	0.2	5	9005.517043	13.224161	47.020000	2676507	tl
50	150	0.2	6	9006.442124	16.124121	54.610000	2573882	tl
50	150	0.2	7	9005.179013	13.473758	47.990000	2558100	tl
50	150	0.2	8	9005.138134	15.810465	53.970000	2750587	tl
50	150	0.2	9	9003.930769	11.765153	49.240000	2684276	tl
50	150	0.4	0	9005.100083	13.684134	40.930000	2493961	tl
50	150	0.4	1	9005.228167	14.636837	41.950000	2382688	tl
50	150	0.4	2	9005.413771	17.883878	46.500000	2634486	tl
50	150	0.4	3	9005.190133	15.306851	47.450000	2439778	tl
50	150	0.4	4	9004.139151	13.987465	53.500000	2556436	tl
50	150	0.4	5	9005.031618	13.632707	46.960000	2565500	tl
50	150	0.4	6	9004.627450	15.345109	40.050000	2139512	tl
50	150	0.4	7	9005.333207	12.336234	45.980000	2264606	tl
50	150	0.4	8	9004.026496	13.073736	43.390000	2380896	tl
50	150	0.4	9	9004.232970	14.388269	42.820000	2444314	tl
75	25	0.1	0	0.006670	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.1	1	0.147631	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	2	0.007411	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	3	0.119195	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	4	0.006095	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	5	0.056583	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	6	0.009933	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	7	0.216892	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	8	0.012085	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	9	0.033659	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0	0.082030	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	1	0.084320	0.005430	0.005430	0	**
75	25	0.2	2	0.079870	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	3	0.064053	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	4	0.060815	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	5	0.067432	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	6	0.079246	0.004598	0.004598	0	**
75	25	0.2	7	0.057564	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	8	0.062010	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	9	0.053247	0.007381	0.007381	0	**
75	25	0.4	0	0.104802	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	1	0.166018	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	2	0.098555	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	3	0.108635	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	4	0.075497	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	5	0.088541	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	6	0.077194	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	7	0.118291	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	8	0.085249	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	9	0.060992	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0	2.828958	0.003063	9.940000	11324	**
75	50	0.1	1	0.866639	0.008767	5.290000	1811	**
75	50	0.1	2	0.616587	0.000000	4.480000	1231	*
75	50	0.1	3	0.559880	0.000000	1.640000	455	*
75	50	0.1	4	0.921229	0.009611	7.830000	1818	**
75	50	0.1	5	1.239323	0.009195	6.910000	4551	**
75	50	0.1	6	0.238361	0.007809	0.007809	0	**
75	50	0.1	7	0.232555	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	8	0.392417	0.000000	2.750000	525	*
75	50	0.1	9	0.990756	0.009253	6.600000	2792	**
75	50	0.2	0	3.474627	0.009891	8.660000	9823	**
75	50	0.2	1	1.682448	0.006513	7.220000	4995	**
75	50	0.2	2	3.769716	0.009281	9.510000	12808	**
75	50	0.2	3	3.909239	0.003373	8.890000	10770	**
75	50	0.2	4	1.899659	0.008755	12.430000	7286	**
75	50	0.2	5	1.750783	0.007769	8.740000	6383	**
75	50	0.2	6	0.883752	0.000000	5.280000	1867	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.2	7	0.656231	0.000000	0.590000	930	*
75	50	0.2	8	16.903068	0.009860	10.680000	38740	**
75	50	0.2	9	3.624586	0.009248	9.040000	13180	**
75	50	0.4	0	18.765364	0.009827	18.960000	57729	**
75	50	0.4	1	2.582051	0.009114	8.690000	6995	**
75	50	0.4	2	5.613172	0.009219	12.400000	15208	**
75	50	0.4	3	6.209628	0.009711	13.690000	20788	**
75	50	0.4	4	15.526839	0.009724	15.710000	42338	**
75	50	0.4	5	7.105852	0.009775	12.870000	18583	**
75	50	0.4	6	14.995231	0.009999	16.710000	47155	**
75	50	0.4	7	6.484480	0.009945	14.460000	24429	**
75	50	0.4	8	7.908489	0.009662	18.630000	25347	**
75	50	0.4	9	4.610767	0.009646	10.170000	13386	**
75	75	0.1	0	140.433631	0.009973	16.250000	289544	**
75	75	0.1	1	165.804769	0.009980	17.750000	399822	**
75	75	0.1	2	110.920302	0.009971	16.290000	254792	**
75	75	0.1	3	21.923249	0.009925	11.030000	40132	**
75	75	0.1	4	19.485024	0.009961	15.040000	47090	**
75	75	0.1	5	13.455012	0.009953	10.430000	35504	**
75	75	0.1	6	58.321798	0.009943	15.480000	124298	**
75	75	0.1	7	25.490307	0.009981	10.740000	49134	**
75	75	0.1	8	103.530953	0.009993	14.550000	278783	**
75	75	0.1	9	11.974483	0.009931	12.360000	25663	**
75	75	0.2	0	530.791681	0.009992	22.700000	970416	**
75	75	0.2	1	1839.398248	0.009989	23.460000	2429175	**
75	75	0.2	2	1531.514671	0.009994	23.380000	2795554	**
75	75	0.2	3	454.774118	0.009997	19.270000	1139074	**
75	75	0.2	4	230.716838	0.009963	20.430000	467112	**
75	75	0.2	5	304.882508	0.009977	19.070000	677049	**
75	75	0.2	6	1877.191296	0.010000	23.970000	4742001	**
75	75	0.2	7	431.706920	0.009980	21.850000	778610	**
75	75	0.2	8	1394.714950	0.009996	22.630000	2447412	**
75	75	0.2	9	246.878884	0.009987	20.040000	470223	**
75	75	0.4	0	686.874833	0.009972	24.110000	558924	**
75	75	0.4	1	5160.636257	0.009998	34.240000	7598635	**
75	75	0.4	2	780.369057	0.009983	25.080000	1088654	**
75	75	0.4	3	982.825808	0.009944	27.240000	1662504	**
75	75	0.4	4	109.208183	0.009917	20.710000	172076	**
75	75	0.4	5	322.846597	0.009974	27.270000	485247	**
75	75	0.4	6	901.709409	0.009996	28.210000	1615489	**
75	75	0.4	7	1013.779769	0.009952	26.050000	1806023	**
75	75	0.4	8	1470.180372	0.009994	24.230000	2607383	**
75	75	0.4	9	2174.860352	0.009997	31.040000	2837209	**
75	100	0.1	0	6927.422613	0.009999	23.870000	6780882	**
75	100	0.1	1	9001.984063	2.355545	18.270000	6294211	tl
75	100	0.1	2	9002.980317	1.785367	25.850000	5903610	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	100	0.1	3	1003.662879	0.009999	22.780000	1682695	**
75	100	0.1	4	6207.588760	0.010000	33.350000	6713317	**
75	100	0.1	5	1825.652916	0.009998	18.200000	2604388	**
75	100	0.1	6	6237.969694	0.009998	19.610000	7059857	**
75	100	0.1	7	9006.137676	4.417170	28.120000	5170670	tl
75	100	0.1	8	3878.522701	0.010000	25.370000	5127375	**
75	100	0.1	9	1135.915016	0.009998	26.960000	2177117	**
75	100	0.2	0	9007.060936	5.870114	34.810000	4764439	tl
75	100	0.2	1	9002.401942	3.639987	24.940000	5193568	tl
75	100	0.2	2	9005.550185	4.329236	26.940000	5469589	tl
75	100	0.2	3	9004.667424	4.706192	37.980000	5032472	tl
75	100	0.2	4	9005.443392	4.708107	37.720000	4946234	tl
75	100	0.2	5	9005.530310	4.693683	31.820000	5135549	tl
75	100	0.2	6	9002.483602	4.335302	28.700000	4763863	tl
75	100	0.2	7	9001.435208	2.586418	26.610000	5738686	tl
75	100	0.2	8	9007.426679	4.843631	35.830000	4587824	tl
75	100	0.2	9	9004.959483	1.765973	35.450000	7923702	tl
75	100	0.4	0	9006.028576	5.287498	37.900000	4507002	tl
75	100	0.4	1	9004.031477	2.384256	28.160000	7249187	tl
75	100	0.4	2	9002.121456	2.996592	28.660000	5703776	tl
75	100	0.4	3	9005.356333	4.996296	31.540000	4677130	tl
75	100	0.4	4	9003.615849	5.477464	39.770000	4644109	tl
75	100	0.4	5	9007.661162	4.679119	34.130000	4349734	tl
75	100	0.4	6	9004.028513	2.700888	31.930000	5510970	tl
75	100	0.4	7	9006.534563	4.764913	30.010000	3485368	tl
75	100	0.4	8	9003.225306	2.358013	31.220000	5534149	tl
75	100	0.4	9	9008.069732	7.074998	39.980000	4395424	tl
75	150	0.1	0	9006.164441	9.858000	33.580000	3508147	tl
75	150	0.1	1	9005.543329	12.093007	42.830000	3439457	tl
75	150	0.1	2	9004.489108	11.956366	42.030000	3171026	tl
75	150	0.1	3	9004.020655	10.067301	38.440000	2951429	tl
75	150	0.1	4	9004.427516	8.717243	39.680000	3453547	tl
75	150	0.1	5	9003.402984	9.384769	31.750000	3190934	tl
75	150	0.1	6	9006.135385	11.648361	38.790000	2994581	tl
75	150	0.1	7	9004.303790	10.576704	36.060000	3059157	tl
75	150	0.1	8	9005.227439	13.004343	38.000000	3266825	tl
75	150	0.1	9	9004.110167	7.671289	29.910000	3558719	tl
75	150	0.2	0	9005.849557	17.173516	43.290000	2616727	tl
75	150	0.2	1	9005.973841	14.829517	42.180000	2432835	tl
75	150	0.2	2	9004.028654	17.376078	38.560000	2216316	tl
75	150	0.2	3	9004.273647	17.610237	44.110000	2501122	tl
75	150	0.2	4	9005.331880	18.525436	49.200000	2476113	tl
75	150	0.2	5	9004.152113	14.828684	42.090000	2143141	tl
75	150	0.2	6	9003.790170	19.204417	49.790000	2141720	tl
75	150	0.2	7	9005.747068	17.938908	43.220000	2566299	tl
75	150	0.2	8	9005.193171	17.214433	42.430000	2363882	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	150	0.2	9	9005.935154	15.463956	37.400000	2818145	tl
75	150	0.4	0	9003.943274	16.444297	41.270000	1959557	tl
75	150	0.4	1	9004.794588	17.347965	41.580000	2386072	tl
75	150	0.4	2	9004.358348	17.591027	37.830000	2021731	tl
75	150	0.4	3	9004.454338	19.931171	46.040000	2392499	tl
75	150	0.4	4	9005.122149	18.018524	43.580000	2201953	tl
75	150	0.4	5	9003.968865	15.333571	39.390000	1835982	tl
75	150	0.4	6	9004.745319	16.764777	40.050000	1990301	tl
75	150	0.4	7	9004.803052	17.051570	46.910000	1892437	tl
75	150	0.4	8	9003.473430	15.657800	34.600000	1731665	tl
75	150	0.4	9	9004.414150	16.078597	33.760000	2051277	tl
Média				21.84472752	0.009923939063	21.015	65830	

Tabela 12 – Tabela de resultados para a formulação (CDI_2), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100, 150\}$ e $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.1	0	0.014341	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	1	0.127361	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	2	0.290890	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	3	0.035795	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	4	0.026433	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	5	0.056099	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	6	0.108790	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	7	0.038758	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	8	0.031188	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	9	0.125943	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0	0.048293	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	1	0.054164	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	2	0.096164	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	3	0.061301	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	4	0.066190	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	5	0.070126	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	6	0.083199	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	7	0.067968	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	8	0.062921	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	9	0.092432	0.003357	0.003357	0	**
25	25	0.4	0	0.123657	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	1	0.087387	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	2	0.095112	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	3	0.077031	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	4	0.106409	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.4	5	0.107926	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	6	0.125054	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	7	0.120350	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	8	0.103190	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	9	0.138227	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0	0.392888	0.000000	5.170000	337	*
25	50	0.1	1	0.369412	0.000000	5.890000	446	*
25	50	0.1	2	0.122900	0.006596	0.006596	0	**
25	50	0.1	3	0.094336	0.009406	0.009406	0	**
25	50	0.1	4	0.119306	0.008153	0.008153	0	**
25	50	0.1	5	0.098140	0.003482	0.003482	0	**
25	50	0.1	6	0.088526	0.006042	0.006042	0	**
25	50	0.1	7	0.092894	0.005757	0.005757	0	**
25	50	0.1	8	0.091158	0.007524	0.007524	0	**
25	50	0.1	9	0.117702	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.2	0	0.204612	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.2	1	0.882661	0.002396	20.050000	3563	**
25	50	0.2	2	2.184336	0.008026	21.520000	13197	**
25	50	0.2	3	2.186455	0.009701	20.500000	11746	**
25	50	0.2	4	0.831589	0.005651	14.160000	3340	**
25	50	0.2	5	1.044609	0.007708	21.750000	5548	**
25	50	0.2	6	0.783513	0.008855	19.330000	4700	**
25	50	0.2	7	0.853774	0.004703	14.200000	2955	**
25	50	0.2	8	1.046224	0.009384	14.410000	4983	**
25	50	0.2	9	0.962426	0.005554	14.170000	3233	**
25	50	0.4	0	1.045937	0.000000	14.100000	3207	*
25	50	0.4	1	1.278720	0.007113	15.670000	6737	**
25	50	0.4	2	0.856462	0.001288	16.190000	3477	**
25	50	0.4	3	1.546549	0.008305	20.070000	7377	**
25	50	0.4	4	2.907340	0.009166	20.440000	13954	**
25	50	0.4	5	2.686890	0.006664	21.650000	12254	**
25	50	0.4	6	2.608352	0.009913	21.110000	11283	**
25	50	0.4	7	2.819023	0.007371	19.130000	14398	**
25	50	0.4	8	2.618446	0.009895	17.040000	13170	**
25	50	0.4	9	2.850480	0.008081	17.520000	12180	**
25	75	0.1	0	2.014012	0.009050	15.020000	7939	**
25	75	0.1	1	0.598801	0.006622	8.840000	1589	**
25	75	0.1	2	2.320161	0.009849	13.660000	8423	**
25	75	0.1	3	0.962728	0.009045	11.980000	4834	**
25	75	0.1	4	1.262985	0.005903	15.590000	5710	**
25	75	0.1	5	0.817179	0.009741	11.490000	2818	**
25	75	0.1	6	0.451665	0.008663	6.540000	598	**
25	75	0.1	7	0.745253	0.008149	11.690000	2068	**
25	75	0.1	8	0.929667	0.007642	12.150000	2844	**
25	75	0.1	9	0.764792	0.004198	13.100000	3032	**
25	75	0.2	0	8.374569	0.008113	24.700000	38014	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.2	1	8.750757	0.008805	29.400000	35556	**
25	75	0.2	2	10.591398	0.009921	21.670000	51937	**
25	75	0.2	3	10.815251	0.009957	25.180000	54492	**
25	75	0.2	4	9.132800	0.009661	31.200000	32292	**
25	75	0.2	5	4.002609	0.008747	19.170000	14620	**
25	75	0.2	6	6.033290	0.009714	23.890000	25382	**
25	75	0.2	7	13.224626	0.009644	25.200000	50083	**
25	75	0.2	8	25.420563	0.009773	33.660000	109355	**
25	75	0.2	9	8.116179	0.009454	32.160000	31213	**
25	75	0.4	0	17.907889	0.008755	31.740000	69482	**
25	75	0.4	1	7.249073	0.009800	24.070000	32841	**
25	75	0.4	2	21.613694	0.009954	28.090000	91296	**
25	75	0.4	3	15.075954	0.009776	38.300000	55415	**
25	75	0.4	4	74.559860	0.009950	26.210000	295220	**
25	75	0.4	5	14.142565	0.009782	26.850000	53490	**
25	75	0.4	6	13.552311	0.009706	25.070000	52766	**
25	75	0.4	7	18.797506	0.009427	26.710000	75291	**
25	75	0.4	8	23.451580	0.009344	28.710000	100375	**
25	75	0.4	9	28.982051	0.009848	30.320000	92813	**
25	100	0.1	0	7.625681	0.009592	14.320000	20775	**
25	100	0.1	1	1.967573	0.006872	11.000000	7174	**
25	100	0.1	2	1.265257	0.000271	12.370000	3468	**
25	100	0.1	3	33.345750	0.009977	25.720000	105568	**
25	100	0.1	4	5.493781	0.009722	19.600000	13062	**
25	100	0.1	5	4.526206	0.009593	19.800000	12546	**
25	100	0.1	6	1.301059	0.002120	8.910000	3400	**
25	100	0.1	7	9.906969	0.009003	27.840000	31678	**
25	100	0.1	8	6.160963	0.006829	14.380000	16974	**
25	100	0.1	9	1.253057	0.000000	10.430000	2049	*
25	100	0.2	0	67.608052	0.009927	32.870000	139106	**
25	100	0.2	1	140.070372	0.009950	28.390000	427510	**
25	100	0.2	2	161.946321	0.009905	41.720000	488423	**
25	100	0.2	3	53.949578	0.009859	31.730000	200523	**
25	100	0.2	4	207.352788	0.009929	30.500000	693763	**
25	100	0.2	5	46.903357	0.009960	28.800000	190094	**
25	100	0.2	6	195.021038	0.009983	34.940000	591054	**
25	100	0.2	7	51.532494	0.009925	26.520000	221841	**
25	100	0.2	8	135.614963	0.009995	26.090000	442507	**
25	100	0.2	9	92.715713	0.009992	31.390000	313638	**
25	100	0.4	0	395.638841	0.009996	44.590000	924193	**
25	100	0.4	1	136.069152	0.009945	26.470000	325039	**
25	100	0.4	2	175.630358	0.009931	32.580000	405846	**
25	100	0.4	3	453.353553	0.009995	39.130000	1083796	**
25	100	0.4	4	591.106552	0.009993	44.340000	1220936	**
25	100	0.4	5	377.178048	0.009990	38.360000	1017899	**
25	100	0.4	6	204.730419	0.009960	28.410000	517727	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.4	7	283.607964	0.009993	35.430000	706057	**
25	100	0.4	8	471.929534	0.009979	34.260000	1283482	**
25	100	0.4	9	385.690731	0.009992	33.480000	1062677	**
25	150	0.1	0	245.795389	0.009977	24.220000	414847	**
25	150	0.1	1	35.099116	0.009791	20.250000	59893	**
25	150	0.1	2	710.722395	0.009988	29.680000	1354291	**
25	150	0.1	3	97.489933	0.009981	27.470000	177372	**
25	150	0.1	4	71.607749	0.009757	24.560000	105583	**
25	150	0.1	5	257.044120	0.009965	30.620000	442000	**
25	150	0.1	6	147.832431	0.009963	28.130000	233056	**
25	150	0.1	7	606.005047	0.010000	28.400000	995682	**
25	150	0.1	8	269.654852	0.009995	26.770000	531170	**
25	150	0.1	9	681.356718	0.009998	29.330000	1045603	**
25	150	0.2	0	9003.011646	3.133134	44.620000	6041124	tl
25	150	0.2	1	9000.254713	1.158601	33.530000	7253224	tl
25	150	0.2	2	9003.540219	5.885082	45.910000	5709562	tl
25	150	0.2	3	6396.614328	0.009997	57.760000	6262672	**
25	150	0.2	4	6941.044972	0.009998	37.170000	6367423	**
25	150	0.2	5	9001.151450	2.123189	39.120000	6201400	tl
25	150	0.2	6	9002.204250	2.627631	37.160000	6489668	tl
25	150	0.2	7	9002.771219	3.567461	47.650000	5802463	tl
25	150	0.2	8	9001.124322	1.411283	37.740000	7831202	tl
25	150	0.2	9	9000.130980	1.138495	42.700000	7655795	tl
25	150	0.4	0	9003.733301	3.044060	39.050000	4525985	tl
25	150	0.4	1	9006.500497	8.584974	47.480000	4466835	tl
25	150	0.4	2	9003.805454	6.530992	43.220000	4341922	tl
25	150	0.4	3	9003.370919	4.232578	47.990000	4480951	tl
25	150	0.4	4	9002.696481	6.028693	39.770000	4066516	tl
25	150	0.4	5	9002.782877	6.519484	42.930000	4856306	tl
25	150	0.4	6	9002.599805	6.616925	46.620000	3796317	tl
25	150	0.4	7	9003.382672	6.460936	48.380000	4231556	tl
25	150	0.4	8	9003.706966	7.471772	45.380000	4346251	tl
25	150	0.4	9	9003.020144	4.980661	38.640000	4274561	tl
50	25	0.1	0	0.036047	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	1	0.033423	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	2	0.036827	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	3	0.044899	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	4	0.164314	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	5	0.006111	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	6	0.073080	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	7	0.162049	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	8	0.051773	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	9	0.061745	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0	0.067481	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	1	0.047193	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	2	0.088191	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	25	0.2	3	0.061634	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	4	0.037386	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	5	0.083223	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	6	0.099530	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	7	0.060463	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	8	0.031896	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	9	0.044334	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0	0.114746	0.000004	0.000004	0	**
50	25	0.4	1	0.146262	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	2	0.118952	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	3	0.085075	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	4	0.062372	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	5	0.043156	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	6	0.070019	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	7	0.093229	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	8	0.062172	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	9	0.089761	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0	0.891393	0.004118	10.470000	2959	**
50	50	0.1	1	0.396836	0.000000	5.480000	656	*
50	50	0.1	2	0.182403	0.003282	0.003282	0	**
50	50	0.1	3	0.223240	0.005788	0.005788	0	**
50	50	0.1	4	0.497766	0.007018	1.990000	882	**
50	50	0.1	5	0.630775	0.007295	6.640000	1514	**
50	50	0.1	6	0.140698	0.000082	0.000082	0	**
50	50	0.1	7	0.434899	0.001212	4.130000	424	**
50	50	0.1	8	0.606696	0.005005	5.240000	1274	**
50	50	0.1	9	0.242594	0.009898	4.580000	474	**
50	50	0.2	0	1.380140	0.008920	8.540000	6135	**
50	50	0.2	1	4.072941	0.009512	16.600000	18867	**
50	50	0.2	2	0.870770	0.008841	7.650000	1810	**
50	50	0.2	3	1.149717	0.009387	10.180000	6527	**
50	50	0.2	4	1.375903	0.008344	12.560000	6297	**
50	50	0.2	5	4.096200	0.007805	11.500000	18771	**
50	50	0.2	6	2.287517	0.009753	11.450000	13959	**
50	50	0.2	7	3.020465	0.002648	13.130000	12466	**
50	50	0.2	8	2.538586	0.008547	9.050000	11404	**
50	50	0.2	9	2.232989	0.004678	13.410000	12267	**
50	50	0.4	0	3.427661	0.008887	12.200000	13814	**
50	50	0.4	1	5.215479	0.009835	17.310000	23281	**
50	50	0.4	2	5.206597	0.009854	16.130000	21425	**
50	50	0.4	3	3.557684	0.009694	20.790000	12873	**
50	50	0.4	4	3.263238	0.009652	16.260000	12389	**
50	50	0.4	5	10.152563	0.009524	25.420000	37611	**
50	50	0.4	6	7.375238	0.009920	14.890000	36254	**
50	50	0.4	7	4.860623	0.009546	17.320000	19519	**
50	50	0.4	8	4.952877	0.009999	18.860000	18634	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.4	9	3.703172	0.009757	14.610000	16749	**
50	75	0.1	0	8.300360	0.009858	13.190000	23122	**
50	75	0.1	1	3.619025	0.009139	15.820000	14235	**
50	75	0.1	2	3.341938	0.009709	13.380000	9129	**
50	75	0.1	3	15.586957	0.009719	17.320000	39185	**
50	75	0.1	4	6.882748	0.009464	14.790000	29882	**
50	75	0.1	5	6.485589	0.009777	17.330000	24425	**
50	75	0.1	6	24.427445	0.009991	26.470000	77449	**
50	75	0.1	7	25.354524	0.009961	18.750000	62596	**
50	75	0.1	8	4.474894	0.009572	11.950000	17832	**
50	75	0.1	9	5.552149	0.008104	16.600000	19596	**
50	75	0.2	0	61.678669	0.009994	21.310000	200134	**
50	75	0.2	1	185.323993	0.010000	27.770000	630323	**
50	75	0.2	2	166.732319	0.009989	23.150000	599193	**
50	75	0.2	3	311.672758	0.009984	32.400000	780559	**
50	75	0.2	4	94.314095	0.009974	29.860000	277690	**
50	75	0.2	5	246.740780	0.009968	32.330000	658916	**
50	75	0.2	6	21.466655	0.009738	15.750000	62205	**
50	75	0.2	7	278.977549	0.009903	24.550000	690881	**
50	75	0.2	8	41.192002	0.009898	16.490000	134746	**
50	75	0.2	9	682.075169	0.009998	33.680000	1860590	**
50	75	0.4	0	1051.227925	0.009999	34.170000	2565177	**
50	75	0.4	1	613.754196	0.009987	38.030000	1373067	**
50	75	0.4	2	118.272655	0.009949	25.420000	270280	**
50	75	0.4	3	119.919051	0.009983	25.950000	267571	**
50	75	0.4	4	67.257184	0.009896	30.030000	145395	**
50	75	0.4	5	241.553310	0.009996	28.540000	571329	**
50	75	0.4	6	145.175890	0.009986	22.500000	419513	**
50	75	0.4	7	167.368238	0.009926	28.640000	361836	**
50	75	0.4	8	205.528544	0.009997	25.420000	589696	**
50	75	0.4	9	408.736778	0.009967	24.560000	1028198	**
50	100	0.1	0	273.154218	0.009995	21.870000	672959	**
50	100	0.1	1	540.060673	0.009993	27.720000	1353188	**
50	100	0.1	2	127.665891	0.009857	30.080000	281739	**
50	100	0.1	3	72.515186	0.009955	23.040000	165592	**
50	100	0.1	4	173.368193	0.009975	23.040000	458239	**
50	100	0.1	5	291.585576	0.009999	23.040000	772843	**
50	100	0.1	6	443.210097	0.009995	25.360000	1085720	**
50	100	0.1	7	58.732661	0.009959	18.730000	194990	**
50	100	0.1	8	214.640118	0.009995	25.150000	696523	**
50	100	0.1	9	231.865921	0.009986	23.660000	688676	**
50	100	0.2	0	1842.813460	0.009996	29.620000	4000251	**
50	100	0.2	1	9003.960108	6.479632	44.020000	7201044	tl
50	100	0.2	2	2059.772634	0.009987	33.020000	3633627	**
50	100	0.2	3	5628.414856	0.009997	24.450000	7733403	**
50	100	0.2	4	778.318052	0.009986	23.340000	1827382	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.2	5	9002.908636	1.846196	31.750000	7409876	tl
50	100	0.2	6	1725.931056	0.009992	36.490000	2809868	**
50	100	0.2	7	720.271763	0.010000	37.790000	1377049	**
50	100	0.2	8	9002.308021	3.272058	40.940000	7354056	tl
50	100	0.2	9	9002.234939	4.002484	36.730000	6884116	tl
50	100	0.4	0	1537.042286	0.009994	26.060000	2428933	**
50	100	0.4	1	9004.001965	3.591372	29.780000	5597157	tl
50	100	0.4	2	9004.804084	4.355857	33.300000	5669768	tl
50	100	0.4	3	3903.629640	0.009986	28.940000	5008341	**
50	100	0.4	4	9003.306344	3.357902	29.460000	5516609	tl
50	100	0.4	5	6176.892338	0.010000	30.380000	8799640	**
50	100	0.4	6	9004.759874	4.629625	46.840000	5549403	tl
50	100	0.4	7	9002.883193	3.464136	38.490000	6316527	tl
50	100	0.4	8	5509.918231	0.009999	36.710000	5969197	**
50	100	0.4	9	9003.153316	3.667021	31.540000	5990393	tl
50	150	0.1	0	9004.202141	6.868325	34.910000	4977744	tl
50	150	0.1	1	7751.052908	5.848744	27.320000	5371190	ml
50	150	0.1	2	9003.119700	5.030756	30.560000	5924283	tl
50	150	0.1	3	7606.004812	6.709629	30.200000	5244814	ml
50	150	0.1	4	9003.089293	7.239747	35.140000	5041785	tl
50	150	0.1	5	8116.959946	7.455852	43.400000	4987197	ml
50	150	0.1	6	9002.802626	4.726337	33.270000	4774143	tl
50	150	0.1	7	9002.889053	4.936635	35.710000	5116436	tl
50	150	0.1	8	7973.122816	7.452016	45.770000	4955209	ml
50	150	0.1	9	9003.132675	6.230618	38.850000	5173151	tl
50	150	0.2	0	9005.465005	11.906908	42.260000	3985875	tl
50	150	0.2	1	9004.891775	12.688456	41.610000	3717732	tl
50	150	0.2	2	9005.678869	14.793682	50.970000	4032388	tl
50	150	0.2	3	9005.526412	10.511998	39.210000	3762166	tl
50	150	0.2	4	7555.730342	16.037495	44.890000	4079573	ml
50	150	0.2	5	9006.235031	11.655743	43.920000	3743314	tl
50	150	0.2	6	9006.144449	15.259196	38.490000	3744564	tl
50	150	0.2	7	7379.804830	13.547503	56.570000	3784915	ml
50	150	0.2	8	8504.812248	14.161195	43.180000	3691914	ml
50	150	0.2	9	9005.203893	9.899310	40.320000	4110353	tl
50	150	0.4	0	9005.294705	13.493974	44.910000	3060595	tl
50	150	0.4	1	9004.330488	13.211571	39.140000	2932929	tl
50	150	0.4	2	9004.293982	17.303949	44.870000	2829508	tl
50	150	0.4	3	9005.533472	14.441958	40.750000	2924655	tl
50	150	0.4	4	9003.797502	13.726026	42.520000	2549186	tl
50	150	0.4	5	9003.992447	11.893362	34.210000	2774548	tl
50	150	0.4	6	9004.918574	13.176830	39.440000	2960726	tl
50	150	0.4	7	9004.505995	11.661949	35.760000	2957325	tl
50	150	0.4	8	9004.457286	12.913042	38.010000	2885173	tl
50	150	0.4	9	9006.177701	13.038781	36.310000	3158318	tl
75	25	0.1	0	0.005341	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.1	1	0.015297	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	2	0.004777	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	3	0.022169	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	4	0.005617	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	5	0.009052	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	6	0.004868	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	7	0.014050	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	8	0.004890	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	9	0.014577	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0	0.043489	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	1	0.061494	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	2	0.041508	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	3	0.027686	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	4	0.031343	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	5	0.038680	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	6	0.057204	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	7	0.021271	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	8	0.039294	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	9	0.030762	0.007775	0.007775	0	**
75	25	0.4	0	0.072680	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	1	0.083270	0.006024	0.006024	0	**
75	25	0.4	2	0.050417	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	3	0.044274	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	4	0.050812	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	5	0.060677	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	6	0.055229	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	7	0.055895	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	8	0.039536	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	9	0.045988	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0	0.906871	0.009608	10.000000	6676	**
75	50	0.1	1	0.354380	0.007325	4.340000	952	**
75	50	0.1	2	0.186224	0.000000	3.960000	1114	*
75	50	0.1	3	0.250494	0.000088	5.050000	618	**
75	50	0.1	4	0.414000	0.006091	9.640000	1787	**
75	50	0.1	5	0.518541	0.009005	7.110000	3827	**
75	50	0.1	6	0.118454	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	7	0.086869	0.006687	0.006687	0	**
75	50	0.1	8	0.106350	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	9	0.448126	0.009919	5.920000	2656	**
75	50	0.2	0	1.003969	0.009422	7.580000	7347	**
75	50	0.2	1	0.941564	0.007154	7.500000	5367	**
75	50	0.2	2	1.945218	0.009632	11.290000	12783	**
75	50	0.2	3	1.138345	0.008796	11.360000	7011	**
75	50	0.2	4	1.574733	0.005982	13.960000	10048	**
75	50	0.2	5	0.891800	0.007716	8.110000	5901	**
75	50	0.2	6	0.433221	0.008758	12.320000	2946	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.2	7	0.343186	0.008995	3.830000	1284	**
75	50	0.2	8	5.661184	0.009648	11.310000	29158	**
75	50	0.2	9	2.217886	0.008772	9.500000	14637	**
75	50	0.4	0	10.239246	0.009528	23.280000	50931	**
75	50	0.4	1	1.176744	0.007356	7.910000	6251	**
75	50	0.4	2	3.280826	0.006389	10.980000	18404	**
75	50	0.4	3	3.875365	0.009991	13.090000	22716	**
75	50	0.4	4	9.173056	0.009988	17.310000	44491	**
75	50	0.4	5	3.760605	0.009364	11.910000	15376	**
75	50	0.4	6	9.312082	0.009739	16.120000	45988	**
75	50	0.4	7	3.049723	0.009583	12.890000	21418	**
75	50	0.4	8	5.424228	0.009117	16.840000	28299	**
75	50	0.4	9	2.192001	0.008543	13.990000	13898	**
75	75	0.1	0	57.529978	0.009990	17.470000	207308	**
75	75	0.1	1	80.211382	0.009912	16.490000	316541	**
75	75	0.1	2	44.336273	0.009997	18.660000	204531	**
75	75	0.1	3	7.942462	0.009840	10.490000	30976	**
75	75	0.1	4	10.067958	0.009971	14.630000	38035	**
75	75	0.1	5	5.129483	0.009928	9.800000	30846	**
75	75	0.1	6	28.553293	0.009970	17.030000	106683	**
75	75	0.1	7	6.157043	0.009634	14.410000	33361	**
75	75	0.1	8	47.607903	0.009934	15.620000	204888	**
75	75	0.1	9	6.347045	0.009565	14.830000	23020	**
75	75	0.2	0	287.207084	0.009967	25.260000	831768	**
75	75	0.2	1	929.144138	0.009996	21.770000	2418983	**
75	75	0.2	2	835.915338	0.010000	23.580000	2539006	**
75	75	0.2	3	288.590653	0.009998	20.520000	1119153	**
75	75	0.2	4	129.900145	0.009903	20.400000	437476	**
75	75	0.2	5	162.346583	0.009972	19.710000	548202	**
75	75	0.2	6	1771.855740	0.009999	23.100000	5125714	**
75	75	0.2	7	245.160621	0.009999	18.960000	850982	**
75	75	0.2	8	760.322020	0.009996	18.380000	1931040	**
75	75	0.2	9	167.733530	0.009917	16.910000	499037	**
75	75	0.4	0	306.757842	0.009951	30.230000	695552	**
75	75	0.4	1	4428.636484	0.009997	33.760000	6712014	**
75	75	0.4	2	691.807888	0.009992	22.690000	1607903	**
75	75	0.4	3	673.925050	0.009997	25.190000	1945243	**
75	75	0.4	4	58.961756	0.009696	19.220000	159312	**
75	75	0.4	5	153.726130	0.009975	21.380000	441130	**
75	75	0.4	6	733.194376	0.009996	22.330000	2070824	**
75	75	0.4	7	592.658829	0.009997	23.260000	1484118	**
75	75	0.4	8	920.395391	0.009999	22.190000	2508690	**
75	75	0.4	9	1385.845494	0.009993	28.570000	3466885	**
75	100	0.1	0	4093.815051	0.010000	31.830000	5399462	**
75	100	0.1	1	9000.011741	1.205015	23.490000	9602015	tl
75	100	0.1	2	7559.700753	0.009999	25.640000	9483249	**

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	100	0.1	3	561.543331	0.009999	23.130000	1483644	**
75	100	0.1	4	3930.871346	0.010000	26.770000	5732399	**
75	100	0.1	5	696.047466	0.009976	20.810000	1909011	**
75	100	0.1	6	3168.370175	0.010000	23.600000	6139382	**
75	100	0.1	7	9003.213909	3.249375	31.280000	7411633	tl
75	100	0.1	8	1969.284085	0.010000	28.210000	4073089	**
75	100	0.1	9	573.787707	0.009998	20.660000	1711288	**
75	100	0.2	0	9002.742052	5.514195	30.940000	5445480	tl
75	100	0.2	1	9004.021451	3.027907	25.880000	5993423	tl
75	100	0.2	2	9004.396404	3.862162	29.330000	6276916	tl
75	100	0.2	3	9003.130388	4.080023	31.310000	6200491	tl
75	100	0.2	4	9002.441853	4.139422	36.980000	6077644	tl
75	100	0.2	5	9003.294327	4.155999	31.390000	5260345	tl
75	100	0.2	6	9003.140882	3.357456	40.720000	6697897	tl
75	100	0.2	7	9002.762165	1.466108	25.920000	9971616	tl
75	100	0.2	8	9004.251479	4.017467	26.180000	6001215	tl
75	100	0.2	9	9000.009967	0.831754	26.880000	10186772	tl
75	100	0.4	0	9002.138840	4.856213	34.590000	4683391	tl
75	100	0.4	1	9002.969022	2.081851	21.890000	8076518	tl
75	100	0.4	2	9002.567817	2.483948	24.820000	7381227	tl
75	100	0.4	3	9005.659924	5.812154	33.990000	4929913	tl
75	100	0.4	4	9003.911888	5.205151	31.950000	4928729	tl
75	100	0.4	5	9004.002810	3.801312	32.100000	5007734	tl
75	100	0.4	6	9001.965642	1.788566	28.060000	8951259	tl
75	100	0.4	7	9002.035445	3.262813	40.670000	5006289	tl
75	100	0.4	8	9002.604213	1.952930	23.450000	8522667	tl
75	100	0.4	9	9006.596100	7.158529	36.900000	4707612	tl
75	150	0.1	0	8788.941575	9.302223	36.200000	4669008	ml
75	150	0.1	1	8016.289308	11.008559	36.180000	4422729	ml
75	150	0.1	2	8083.422851	11.382096	37.350000	4045435	ml
75	150	0.1	3	9005.575176	9.010605	54.870000	3986484	tl
75	150	0.1	4	9003.913576	7.844976	31.630000	4379750	tl
75	150	0.1	5	9004.560237	8.143433	39.590000	4503430	tl
75	150	0.1	6	7616.425868	10.978515	31.690000	4240859	ml
75	150	0.1	7	9004.835199	9.827532	39.300000	4307864	tl
75	150	0.1	8	9005.192716	11.462865	35.850000	4400487	tl
75	150	0.1	9	9004.006716	6.557951	31.140000	4829634	tl
75	150	0.2	0	9004.775635	16.371274	39.030000	3334873	tl
75	150	0.2	1	9004.911930	15.370158	41.320000	3049674	tl
75	150	0.2	2	9004.216388	16.327852	45.840000	2985546	tl
75	150	0.2	3	9005.363711	17.444852	38.660000	3238604	tl
75	150	0.2	4	9005.059091	16.329265	33.040000	3317103	tl
75	150	0.2	5	9004.328090	13.128041	41.200000	3488996	tl
75	150	0.2	6	9004.486844	16.107793	45.170000	3120923	tl
75	150	0.2	7	9005.038206	16.909545	40.670000	3074787	tl
75	150	0.2	8	9004.282582	16.447955	43.790000	3059762	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	150	0.2	9	9005.094202	14.680654	36.210000	3154164	tl
75	150	0.4	0	9003.646649	15.454741	32.760000	1945488	tl
75	150	0.4	1	9002.884979	16.496791	38.390000	1917453	tl
75	150	0.4	2	9003.829261	16.219114	39.480000	2272017	tl
75	150	0.4	3	9004.415863	18.714924	44.670000	2173666	tl
75	150	0.4	4	9003.797285	17.382635	46.700000	1990944	tl
75	150	0.4	5	9004.484026	14.521131	35.080000	2389728	tl
75	150	0.4	6	9003.597082	15.963597	35.030000	2058184	tl
75	150	0.4	7	9003.311643	16.579730	34.410000	2178877	tl
75	150	0.4	8	9003.671795	13.982963	32.390000	2469487	tl
75	150	0.4	9	9003.616197	16.680612	34.730000	2365357	tl
Média				16.74742293	0.009895604372	20.96	57654	

Tabela 13 – Tabela de resultados para a formulação (CD_1), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100\}$, $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$ e $t = \{0.5, 0.7, 0.9\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.1	0.5	0	0.018327	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	1	0.030285	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	2	0.012137	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	3	0.032709	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	4	0.017707	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	5	0.009308	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	6	0.008818	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	7	0.023095	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	8	0.017955	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	9	0.016322	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	0	0.024672	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	1	0.019107	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	2	0.015232	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	3	0.032206	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	4	0.026740	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	5	0.013707	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	6	0.014549	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	7	0.019652	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	8	0.034964	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	9	0.018209	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	0	0.014275	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	1	0.021512	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	2	0.020667	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	3	0.031566	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	4	0.015952	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.1	0.9	5	0.022355	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	6	0.027400	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	7	0.022292	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	8	0.024204	0.008706	0.008706	0	**
25	25	0.1	0.9	9	0.023821	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	0	0.027596	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	1	0.007565	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	2	0.036368	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	3	0.046799	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	4	0.017547	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	5	0.029346	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	6	0.017530	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	7	0.024027	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	8	0.030675	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	9	0.035635	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	0	0.034647	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	1	0.023197	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	2	0.044882	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	3	0.032717	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	4	0.049928	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	5	0.038401	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	6	0.017701	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	7	0.023773	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	8	0.039563	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	9	0.064805	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	0	0.036478	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	1	0.025686	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	2	0.049550	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	3	0.032721	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	4	0.048066	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	5	0.051526	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	6	0.028258	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	7	0.032923	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	8	0.046296	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	9	0.073201	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	0	0.035906	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	1	0.025508	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	2	0.042086	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	3	0.022106	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	4	0.031991	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	5	0.025486	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	6	0.047760	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	7	0.048244	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	8	0.028940	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	9	0.029908	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	0	0.045660	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.4	0.7	1	0.054124	0.004518	0.004518	0	**
25	25	0.4	0.7	2	0.055767	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	3	0.015775	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	4	0.049789	0.000000	2.550000	35	*
25	25	0.4	0.7	5	0.046994	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	6	0.041501	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	7	0.077303	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	8	0.020873	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	9	0.068467	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	0	0.050599	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	1	0.093285	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	2	0.054990	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	3	0.059819	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	4	0.066416	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	5	0.055731	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	6	0.046216	0.006860	0.006860	0	**
25	25	0.4	0.9	7	0.060157	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	8	0.039681	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	9	0.099559	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	0	0.035344	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	1	0.059463	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	2	0.072488	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	3	0.043974	0.000003	0.000003	0	**
25	50	0.1	0.5	4	0.072107	0.004835	0.004835	0	**
25	50	0.1	0.5	5	0.058653	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	6	0.061106	0.006338	0.006338	0	**
25	50	0.1	0.5	7	0.055496	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	8	0.075331	0.002109	3.820000	58	**
25	50	0.1	0.5	9	0.061558	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	0	0.153964	0.000000	1.420000	265	*
25	50	0.1	0.7	1	0.136004	0.000000	7.190000	479	*
25	50	0.1	0.7	2	0.145790	0.004734	8.120000	602	**
25	50	0.1	0.7	3	0.070896	0.006118	0.006118	0	**
25	50	0.1	0.7	4	0.144320	0.000000	7.020000	583	*
25	50	0.1	0.7	5	0.126319	0.000000	8.900000	336	*
25	50	0.1	0.7	6	0.081024	0.007368	0.007368	0	**
25	50	0.1	0.7	7	0.092963	0.001920	0.001920	0	**
25	50	0.1	0.7	8	0.066044	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	9	0.138706	0.006867	6.270000	311	**
25	50	0.1	0.9	0	0.169762	0.000000	4.660000	349	*
25	50	0.1	0.9	1	0.153624	0.000000	5.540000	463	*
25	50	0.1	0.9	2	0.107478	0.000000	5.620000	367	*
25	50	0.1	0.9	3	0.115598	0.000000	2.830000	67	*
25	50	0.1	0.9	4	0.151812	0.000363	2.810000	246	**
25	50	0.1	0.9	5	0.078561	0.009828	0.009828	0	**
25	50	0.1	0.9	6	0.107210	0.005243	0.680000	145	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	50	0.1	0.9	7	0.094557	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.9	8	0.075677	0.008190	0.008190	0	**
25	50	0.1	0.9	9	0.055148	0.005303	0.005303	0	**
25	50	0.2	0.5	0	0.317655	0.002136	4.750000	2070	**
25	50	0.2	0.5	1	0.229271	0.000000	20.660000	2125	*
25	50	0.2	0.5	2	0.421528	0.007094	10.720000	3662	**
25	50	0.2	0.5	3	0.381707	0.005112	13.430000	3251	**
25	50	0.2	0.5	4	0.196489	0.000000	9.990000	1144	*
25	50	0.2	0.5	5	0.440345	0.003782	15.130000	4626	**
25	50	0.2	0.5	6	0.353075	0.001160	13.260000	3371	**
25	50	0.2	0.5	7	0.254427	0.003571	10.120000	1263	**
25	50	0.2	0.5	8	0.321141	0.003148	5.370000	2880	**
25	50	0.2	0.5	9	0.289010	0.005093	8.960000	1767	**
25	50	0.2	0.7	0	0.230951	0.006264	6.590000	1149	**
25	50	0.2	0.7	1	0.678263	0.008651	21.870000	6422	**
25	50	0.2	0.7	2	1.789906	0.009887	16.340000	13769	**
25	50	0.2	0.7	3	1.626119	0.007904	26.970000	10860	**
25	50	0.2	0.7	4	0.500913	0.005686	15.740000	4358	**
25	50	0.2	0.7	5	1.841230	0.009544	20.060000	16902	**
25	50	0.2	0.7	6	0.555513	0.008601	14.930000	4249	**
25	50	0.2	0.7	7	0.545808	0.003215	18.920000	2892	**
25	50	0.2	0.7	8	0.474818	0.008308	14.530000	4946	**
25	50	0.2	0.7	9	0.564565	0.005794	16.880000	4068	**
25	50	0.2	0.9	0	0.178213	0.001102	9.320000	699	**
25	50	0.2	0.9	1	0.690794	0.001175	23.940000	4509	**
25	50	0.2	0.9	2	2.154990	0.007344	21.480000	13446	**
25	50	0.2	0.9	3	1.768937	0.009402	27.460000	11328	**
25	50	0.2	0.9	4	0.662346	0.009422	19.180000	4800	**
25	50	0.2	0.9	5	1.475859	0.009981	21.420000	9482	**
25	50	0.2	0.9	6	0.785891	0.009162	17.590000	6364	**
25	50	0.2	0.9	7	0.547416	0.000319	15.920000	2964	**
25	50	0.2	0.9	8	0.814421	0.009562	15.910000	7246	**
25	50	0.2	0.9	9	0.516080	0.006618	16.760000	2808	**
25	50	0.4	0.5	0	0.361709	0.009694	5.600000	2852	**
25	50	0.4	0.5	1	1.244734	0.007889	11.140000	11714	**
25	50	0.4	0.5	2	0.473537	0.008859	7.630000	3857	**
25	50	0.4	0.5	3	1.362491	0.009633	7.420000	11538	**
25	50	0.4	0.5	4	0.571170	0.006643	6.610000	5779	**
25	50	0.4	0.5	5	0.431003	0.007544	15.170000	3763	**
25	50	0.4	0.5	6	1.290527	0.005943	17.100000	12086	**
25	50	0.4	0.5	7	0.942753	0.009086	6.800000	9855	**
25	50	0.4	0.5	8	1.194410	0.009837	12.490000	12293	**
25	50	0.4	0.5	9	0.788606	0.006147	7.520000	7012	**
25	50	0.4	0.7	0	1.954490	0.006665	20.400000	17531	**
25	50	0.4	0.7	1	1.795176	0.000000	18.250000	12971	*
25	50	0.4	0.7	2	0.667741	0.008856	14.070000	5940	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	50	0.4	0.7	3	2.642118	0.007612	16.630000	20445	**
25	50	0.4	0.7	4	1.942892	0.008762	19.620000	15154	**
25	50	0.4	0.7	5	2.312070	0.009425	21.090000	16354	**
25	50	0.4	0.7	6	2.365804	0.007068	27.740000	23041	**
25	50	0.4	0.7	7	1.613710	0.008128	13.740000	14846	**
25	50	0.4	0.7	8	1.898348	0.009934	22.060000	17798	**
25	50	0.4	0.7	9	2.243648	0.009941	18.180000	19172	**
25	50	0.4	0.9	0	0.874924	0.008740	17.280000	3929	**
25	50	0.4	0.9	1	1.077466	0.009291	16.880000	6267	**
25	50	0.4	0.9	2	0.683392	0.007601	13.160000	2609	**
25	50	0.4	0.9	3	1.291858	0.009326	24.660000	7314	**
25	50	0.4	0.9	4	2.610419	0.009251	22.200000	15117	**
25	50	0.4	0.9	5	2.328084	0.007093	27.280000	12579	**
25	50	0.4	0.9	6	2.547008	0.009518	30.360000	16730	**
25	50	0.4	0.9	7	2.169294	0.009156	21.330000	12956	**
25	50	0.4	0.9	8	2.183807	0.009311	19.780000	13311	**
25	50	0.4	0.9	9	1.144524	0.006896	21.050000	7959	**
25	75	0.1	0.5	0	0.399002	0.008984	12.760000	2878	**
25	75	0.1	0.5	1	0.169447	0.001319	6.240000	644	**
25	75	0.1	0.5	2	1.861570	0.009772	16.870000	8365	**
25	75	0.1	0.5	3	0.302991	0.000000	8.390000	1253	*
25	75	0.1	0.5	4	0.386443	0.000148	14.990000	1698	**
25	75	0.1	0.5	5	0.473171	0.008453	12.660000	2425	**
25	75	0.1	0.5	6	0.198851	0.006797	7.490000	819	**
25	75	0.1	0.5	7	0.281153	0.006270	12.510000	1493	**
25	75	0.1	0.5	8	0.394045	0.008780	10.370000	2125	**
25	75	0.1	0.5	9	0.308131	0.005286	9.550000	1264	**
25	75	0.1	0.7	0	1.900044	0.006207	14.840000	6989	**
25	75	0.1	0.7	1	0.275734	0.002389	8.960000	1497	**
25	75	0.1	0.7	2	2.731207	0.009808	20.390000	12332	**
25	75	0.1	0.7	3	0.356769	0.008347	12.300000	1950	**
25	75	0.1	0.7	4	0.653780	0.009618	22.010000	5777	**
25	75	0.1	0.7	5	0.768455	0.008596	18.840000	3980	**
25	75	0.1	0.7	6	0.267453	0.000000	8.880000	718	*
25	75	0.1	0.7	7	0.651395	0.005172	16.100000	3997	**
25	75	0.1	0.7	8	0.598512	0.007576	18.780000	4490	**
25	75	0.1	0.7	9	0.626258	0.009833	15.270000	4285	**
25	75	0.1	0.9	0	1.640351	0.007063	18.490000	6650	**
25	75	0.1	0.9	1	0.294146	0.008758	8.620000	1556	**
25	75	0.1	0.9	2	1.749458	0.007667	19.280000	8355	**
25	75	0.1	0.9	3	0.872731	0.008940	11.820000	5977	**
25	75	0.1	0.9	4	1.607758	0.006492	21.990000	8347	**
25	75	0.1	0.9	5	0.812819	0.009496	14.150000	4280	**
25	75	0.1	0.9	6	0.266413	0.000000	6.590000	600	*
25	75	0.1	0.9	7	0.713849	0.000000	12.850000	4411	*
25	75	0.1	0.9	8	0.715782	0.008647	14.390000	4221	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.1	0.9	9	0.687969	0.009318	19.690000	4397	**
25	75	0.2	0.5	0	4.204323	0.009566	19.220000	27935	**
25	75	0.2	0.5	1	3.943002	0.009980	23.540000	20278	**
25	75	0.2	0.5	2	12.361849	0.009952	22.630000	69035	**
25	75	0.2	0.5	3	26.479769	0.009954	22.000000	130356	**
25	75	0.2	0.5	4	8.111025	0.009573	18.130000	45135	**
25	75	0.2	0.5	5	8.739759	0.009925	25.120000	55097	**
25	75	0.2	0.5	6	11.960833	0.009585	29.040000	50538	**
25	75	0.2	0.5	7	5.784113	0.009531	16.710000	35006	**
25	75	0.2	0.5	8	5.732208	0.009060	22.680000	31207	**
25	75	0.2	0.5	9	5.752830	0.009786	20.690000	34829	**
25	75	0.2	0.7	0	25.410268	0.009654	31.320000	130829	**
25	75	0.2	0.7	1	8.555382	0.009618	28.060000	45835	**
25	75	0.2	0.7	2	17.238389	0.009802	25.350000	96590	**
25	75	0.2	0.7	3	23.576690	0.009913	29.070000	114371	**
25	75	0.2	0.7	4	12.956047	0.009891	27.880000	59946	**
25	75	0.2	0.7	5	5.039025	0.009679	17.730000	25687	**
25	75	0.2	0.7	6	10.674114	0.009896	24.850000	42721	**
25	75	0.2	0.7	7	29.105091	0.009729	29.280000	114177	**
25	75	0.2	0.7	8	18.390088	0.009783	35.850000	89816	**
25	75	0.2	0.7	9	16.763092	0.009845	32.580000	89073	**
25	75	0.2	0.9	0	13.110072	0.009583	21.880000	54730	**
25	75	0.2	0.9	1	8.293003	0.009112	37.820000	42606	**
25	75	0.2	0.9	2	12.771297	0.009486	21.780000	56060	**
25	75	0.2	0.9	3	13.024073	0.009929	31.860000	63376	**
25	75	0.2	0.9	4	7.072306	0.008648	33.960000	29379	**
25	75	0.2	0.9	5	4.611531	0.009828	22.470000	20082	**
25	75	0.2	0.9	6	7.338115	0.008695	27.320000	30362	**
25	75	0.2	0.9	7	17.383358	0.009763	32.870000	63596	**
25	75	0.2	0.9	8	30.183942	0.009942	40.450000	124342	**
25	75	0.2	0.9	9	7.764108	0.009631	35.030000	32383	**
25	75	0.4	0.5	0	23.721173	0.009999	16.930000	98575	**
25	75	0.4	0.5	1	101.651428	0.009942	19.500000	550908	**
25	75	0.4	0.5	2	12.165779	0.009911	18.260000	57393	**
25	75	0.4	0.5	3	20.121600	0.009929	16.880000	82850	**
25	75	0.4	0.5	4	49.511593	0.009942	18.460000	231910	**
25	75	0.4	0.5	5	41.107933	0.009991	19.860000	167402	**
25	75	0.4	0.5	6	11.029080	0.009209	12.310000	51153	**
25	75	0.4	0.5	7	21.371583	0.009724	18.340000	78706	**
25	75	0.4	0.5	8	17.396614	0.009992	15.210000	98719	**
25	75	0.4	0.5	9	31.643116	0.009896	18.620000	109094	**
25	75	0.4	0.7	0	29.201243	0.009979	27.840000	88400	**
25	75	0.4	0.7	1	21.150615	0.009909	19.600000	82047	**
25	75	0.4	0.7	2	27.300213	0.009845	33.190000	114699	**
25	75	0.4	0.7	3	25.528178	0.009845	34.140000	94214	**
25	75	0.4	0.7	4	46.846166	0.009955	26.580000	183628	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.4	0.7	5	28.197490	0.009941	24.660000	103765	**
25	75	0.4	0.7	6	15.208252	0.009902	30.000000	50568	**
25	75	0.4	0.7	7	36.078642	0.009723	23.370000	138414	**
25	75	0.4	0.7	8	23.574667	0.009565	33.030000	78196	**
25	75	0.4	0.7	9	49.875070	0.009923	32.420000	147562	**
25	75	0.4	0.9	0	22.278274	0.009909	31.050000	75898	**
25	75	0.4	0.9	1	6.867547	0.009711	23.420000	31000	**
25	75	0.4	0.9	2	26.870982	0.009984	41.090000	86870	**
25	75	0.4	0.9	3	19.265654	0.009968	25.710000	61331	**
25	75	0.4	0.9	4	77.211521	0.009942	33.600000	261659	**
25	75	0.4	0.9	5	19.098120	0.008420	33.790000	51912	**
25	75	0.4	0.9	6	18.119920	0.009365	35.490000	53232	**
25	75	0.4	0.9	7	22.939935	0.009954	27.960000	72164	**
25	75	0.4	0.9	8	24.316279	0.009958	28.760000	90221	**
25	75	0.4	0.9	9	29.957941	0.009909	29.900000	89477	**
25	100	0.1	0.5	0	3.108587	0.008330	15.350000	9237	**
25	100	0.1	0.5	1	3.805433	0.009009	22.820000	13911	**
25	100	0.1	0.5	2	1.113042	0.006435	15.730000	5931	**
25	100	0.1	0.5	3	4.769540	0.009958	20.790000	12112	**
25	100	0.1	0.5	4	4.276915	0.009992	25.860000	13375	**
25	100	0.1	0.5	5	4.372822	0.007987	22.510000	21371	**
25	100	0.1	0.5	6	2.873589	0.009178	13.750000	7889	**
25	100	0.1	0.5	7	8.225139	0.009661	23.930000	29559	**
25	100	0.1	0.5	8	5.918318	0.009889	18.560000	18435	**
25	100	0.1	0.5	9	1.061222	0.008700	13.630000	4545	**
25	100	0.1	0.7	0	8.785483	0.009655	14.700000	27369	**
25	100	0.1	0.7	1	5.039559	0.008944	18.180000	12507	**
25	100	0.1	0.7	2	1.193268	0.006152	16.170000	5751	**
25	100	0.1	0.7	3	21.116166	0.009908	37.410000	63091	**
25	100	0.1	0.7	4	10.222681	0.009806	29.360000	26453	**
25	100	0.1	0.7	5	8.157270	0.009813	27.330000	28603	**
25	100	0.1	0.7	6	2.763251	0.007815	16.410000	5322	**
25	100	0.1	0.7	7	15.357985	0.009164	29.530000	44985	**
25	100	0.1	0.7	8	5.090134	0.009340	16.680000	12576	**
25	100	0.1	0.7	9	0.849936	0.009531	13.860000	2887	**
25	100	0.1	0.9	0	8.821103	0.009663	15.710000	28416	**
25	100	0.1	0.9	1	1.789715	0.009586	12.660000	5299	**
25	100	0.1	0.9	2	1.565311	0.008642	12.540000	6855	**
25	100	0.1	0.9	3	37.967053	0.009972	27.500000	109381	**
25	100	0.1	0.9	4	6.190117	0.009546	20.690000	15323	**
25	100	0.1	0.9	5	5.435894	0.008872	29.590000	13782	**
25	100	0.1	0.9	6	1.312941	0.009522	10.370000	5605	**
25	100	0.1	0.9	7	12.283325	0.009876	23.620000	35499	**
25	100	0.1	0.9	8	8.565934	0.009796	17.290000	21734	**
25	100	0.1	0.9	9	0.888728	0.009763	11.560000	3771	**
25	100	0.2	0.5	0	142.681745	0.009992	34.860000	342002	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.2	0.5	1	108.925684	0.009992	27.490000	298802	**
25	100	0.2	0.5	2	1206.094194	0.009999	39.570000	3011961	**
25	100	0.2	0.5	3	492.849991	0.009999	23.620000	1536623	**
25	100	0.2	0.5	4	412.935923	0.009979	32.250000	1138796	**
25	100	0.2	0.5	5	119.596163	0.009981	34.010000	331471	**
25	100	0.2	0.5	6	202.940773	0.009991	24.450000	737688	**
25	100	0.2	0.5	7	53.383134	0.009997	26.290000	169585	**
25	100	0.2	0.5	8	149.041066	0.009996	24.010000	576826	**
25	100	0.2	0.5	9	149.558171	0.009879	29.700000	338568	**
25	100	0.2	0.7	0	71.162495	0.009872	32.970000	160671	**
25	100	0.2	0.7	1	136.401537	0.009933	30.870000	342699	**
25	100	0.2	0.7	2	415.226406	0.009991	47.540000	933676	**
25	100	0.2	0.7	3	152.731583	0.009965	34.170000	501732	**
25	100	0.2	0.7	4	1463.327047	0.009998	41.970000	3173354	**
25	100	0.2	0.7	5	82.412531	0.009994	38.850000	210779	**
25	100	0.2	0.7	6	482.697593	0.009971	34.830000	1520658	**
25	100	0.2	0.7	7	91.034515	0.009992	25.180000	239102	**
25	100	0.2	0.7	8	167.836073	0.009997	34.880000	580170	**
25	100	0.2	0.7	9	200.581713	0.009962	36.410000	405088	**
25	100	0.2	0.9	0	96.530599	0.009993	31.630000	192204	**
25	100	0.2	0.9	1	186.959164	0.009919	30.270000	444207	**
25	100	0.2	0.9	2	244.510000	0.009993	50.220000	514256	**
25	100	0.2	0.9	3	135.503360	0.009995	28.660000	279358	**
25	100	0.2	0.9	4	407.812812	0.009990	52.050000	858154	**
25	100	0.2	0.9	5	64.142922	0.009950	39.580000	147442	**
25	100	0.2	0.9	6	348.282767	0.009944	44.810000	778966	**
25	100	0.2	0.9	7	88.118041	0.009984	27.940000	198154	**
25	100	0.2	0.9	8	258.090309	0.009967	29.520000	542739	**
25	100	0.2	0.9	9	167.546812	0.009984	39.210000	336745	**
25	100	0.4	0.5	0	252.036371	0.009997	27.450000	782349	**
25	100	0.4	0.5	1	141.264935	0.009991	18.760000	617127	**
25	100	0.4	0.5	2	980.962711	0.009999	25.080000	2848099	**
25	100	0.4	0.5	3	1768.437902	0.009999	25.350000	4258139	**
25	100	0.4	0.5	4	405.805510	0.009968	25.540000	986805	**
25	100	0.4	0.5	5	200.484013	0.009957	22.730000	736540	**
25	100	0.4	0.5	6	331.613017	0.009988	17.170000	1188372	**
25	100	0.4	0.5	7	358.134848	0.009984	31.960000	989285	**
25	100	0.4	0.5	8	439.095990	0.009999	25.720000	1508424	**
25	100	0.4	0.5	9	292.962996	0.009998	27.350000	830409	**
25	100	0.4	0.7	0	836.393293	0.009999	47.090000	1770130	**
25	100	0.4	0.7	1	241.784443	0.009986	28.360000	671253	**
25	100	0.4	0.7	2	389.694305	0.009962	35.920000	836768	**
25	100	0.4	0.7	3	1018.796857	0.009963	36.520000	2388873	**
25	100	0.4	0.7	4	792.754688	0.009976	37.610000	1328479	**
25	100	0.4	0.7	5	847.697906	0.009988	43.230000	1476290	**
25	100	0.4	0.7	6	293.463848	0.009996	26.450000	815190	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.4	0.7	7	265.083502	0.009953	44.730000	598978	**
25	100	0.4	0.7	8	781.903484	0.009986	43.240000	1441347	**
25	100	0.4	0.7	9	454.928905	0.009994	37.530000	1092673	**
25	100	0.4	0.9	0	583.061980	0.010000	39.330000	1051903	**
25	100	0.4	0.9	1	187.506750	0.009991	31.360000	328969	**
25	100	0.4	0.9	2	287.776487	0.009996	36.000000	646123	**
25	100	0.4	0.9	3	618.388902	0.009989	34.520000	1305126	**
25	100	0.4	0.9	4	481.518989	0.009985	46.370000	862647	**
25	100	0.4	0.9	5	543.923021	0.009990	42.500000	1043581	**
25	100	0.4	0.9	6	232.931419	0.009976	27.520000	482716	**
25	100	0.4	0.9	7	357.883699	0.009991	56.290000	602651	**
25	100	0.4	0.9	8	692.439289	0.009994	29.620000	1421613	**
25	100	0.4	0.9	9	498.370242	0.009989	35.230000	1160598	**
50	25	0.1	0.5	0	0.006338	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	1	0.025326	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	2	0.014609	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	3	0.006974	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	4	0.032487	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	5	0.040680	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	6	0.027649	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	7	0.027969	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	8	0.007323	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	9	0.008307	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	0	0.006622	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	1	0.006036	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	2	0.010083	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	3	0.013258	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	4	0.020763	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	5	0.019331	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	6	0.011338	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	7	0.006821	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	8	0.007165	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	9	0.024575	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	0	0.016353	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	1	0.022881	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	2	0.027563	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	3	0.027608	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	4	0.030954	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	5	0.006797	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	6	0.021394	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	7	0.016139	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	8	0.027046	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	9	0.022353	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	0	0.051590	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	1	0.012482	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	2	0.046376	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	25	0.2	0.5	3	0.011416	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	4	0.031925	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	5	0.042998	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	6	0.039265	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	7	0.064262	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	8	0.036874	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	9	0.048736	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	0	0.026917	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	1	0.022681	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	2	0.031638	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	3	0.018373	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	4	0.025452	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	5	0.021365	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	6	0.030719	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	7	0.008951	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	8	0.007729	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	9	0.014018	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	0	0.038138	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	1	0.038527	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	2	0.024798	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	3	0.046456	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	4	0.042637	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	5	0.043286	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	6	0.042290	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	7	0.050094	0.007085	0.007085	0	**
50	25	0.2	0.9	8	0.028233	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	9	0.029987	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	0	0.014302	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	1	0.048118	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	2	0.030236	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	3	0.039341	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	4	0.032796	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	5	0.040881	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	6	0.053349	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	7	0.033175	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	8	0.042492	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	9	0.033646	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	0	0.028763	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	1	0.044732	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	2	0.062613	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	3	0.008210	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	4	0.039238	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	5	0.032732	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	6	0.020795	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	7	0.078024	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	8	0.043969	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	25	0.4	0.7	9	0.053171	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	0	0.059661	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	1	0.067922	0.000000	3.790000	131	*
50	25	0.4	0.9	2	0.217547	0.000000	10.840000	671	*
50	25	0.4	0.9	3	0.039117	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	4	0.071748	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	5	0.027688	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	6	0.049950	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	7	0.075558	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	8	0.057549	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	9	0.047113	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	0	0.037204	0.002865	0.002865	0	**
50	50	0.1	0.5	1	0.044972	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	2	0.051457	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	3	0.060507	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	4	0.062666	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	5	0.034468	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	6	0.036177	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	7	0.059028	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	8	0.031080	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	9	0.009075	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.7	0	0.335487	0.000000	4.610000	1456	*
50	50	0.1	0.7	1	0.163359	0.001438	4.410000	565	**
50	50	0.1	0.7	2	0.135228	0.004584	4.170000	284	**
50	50	0.1	0.7	3	0.091172	0.000000	3.010000	223	*
50	50	0.1	0.7	4	0.113768	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.7	5	0.195821	0.000769	4.540000	600	**
50	50	0.1	0.7	6	0.104279	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.7	7	0.198760	0.008503	7.380000	1350	**
50	50	0.1	0.7	8	0.259477	0.008751	4.750000	1435	**
50	50	0.1	0.7	9	0.084306	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.9	0	0.565412	0.009956	10.230000	3556	**
50	50	0.1	0.9	1	0.209946	0.005932	2.450000	510	**
50	50	0.1	0.9	2	0.162590	0.000000	5.330000	304	*
50	50	0.1	0.9	3	0.195924	0.000000	3.210000	501	*
50	50	0.1	0.9	4	0.285270	0.008892	4.760000	746	**
50	50	0.1	0.9	5	0.328419	0.005823	6.320000	2027	**
50	50	0.1	0.9	6	0.127030	0.006051	0.006051	0	**
50	50	0.1	0.9	7	0.156825	0.008425	2.950000	348	**
50	50	0.1	0.9	8	0.373765	0.008879	5.730000	1457	**
50	50	0.1	0.9	9	0.161340	0.000000	3.320000	392	*
50	50	0.2	0.5	0	0.079969	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	1	0.089597	0.007269	0.007269	0	**
50	50	0.2	0.5	2	0.084729	0.001719	0.001719	0	**
50	50	0.2	0.5	3	0.101218	0.008930	0.008930	0	**
50	50	0.2	0.5	4	0.061204	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.2	0.5	5	0.095501	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	6	0.156178	0.006399	1.400000	192	**
50	50	0.2	0.5	7	0.074577	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	8	0.069745	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	9	0.093981	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.7	0	0.745858	0.009340	3.890000	4466	**
50	50	0.2	0.7	1	1.959378	0.006569	6.960000	14005	**
50	50	0.2	0.7	2	0.330296	0.005644	7.740000	1889	**
50	50	0.2	0.7	3	1.033654	0.009966	5.460000	5726	**
50	50	0.2	0.7	4	1.487855	0.009211	9.440000	12553	**
50	50	0.2	0.7	5	1.664494	0.008546	7.920000	11986	**
50	50	0.2	0.7	6	1.685354	0.008156	6.660000	13266	**
50	50	0.2	0.7	7	0.379148	0.009021	5.670000	2054	**
50	50	0.2	0.7	8	1.125415	0.009733	8.220000	9941	**
50	50	0.2	0.7	9	0.349670	0.006264	2.850000	1327	**
50	50	0.2	0.9	0	0.946494	0.008194	10.380000	7010	**
50	50	0.2	0.9	1	3.365824	0.009999	17.960000	22436	**
50	50	0.2	0.9	2	0.546225	0.009554	9.640000	2375	**
50	50	0.2	0.9	3	0.982527	0.009985	9.650000	7757	**
50	50	0.2	0.9	4	1.627072	0.009156	12.390000	11090	**
50	50	0.2	0.9	5	3.671302	0.008405	11.940000	26375	**
50	50	0.2	0.9	6	1.950862	0.008410	12.940000	13318	**
50	50	0.2	0.9	7	2.353593	0.009083	12.910000	13504	**
50	50	0.2	0.9	8	1.685497	0.007238	9.270000	11581	**
50	50	0.2	0.9	9	0.893534	0.008656	11.560000	8094	**
50	50	0.4	0.5	0	0.427065	0.006843	3.810000	1501	**
50	50	0.4	0.5	1	0.218778	0.007109	0.740000	238	**
50	50	0.4	0.5	2	0.048920	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.4	0.5	3	0.728158	0.009890	4.170000	3791	**
50	50	0.4	0.5	4	2.283804	0.002747	7.220000	13204	**
50	50	0.4	0.5	5	0.278053	0.003596	4.460000	676	**
50	50	0.4	0.5	6	0.481044	0.008784	2.690000	1877	**
50	50	0.4	0.5	7	0.099791	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.4	0.5	8	0.098747	0.003225	0.003225	0	**
50	50	0.4	0.5	9	0.986554	0.009942	5.290000	5656	**
50	50	0.4	0.7	0	3.256422	0.009970	11.160000	21642	**
50	50	0.4	0.7	1	6.553195	0.009979	13.110000	36661	**
50	50	0.4	0.7	2	3.006991	0.008969	11.370000	19506	**
50	50	0.4	0.7	3	2.949643	0.009739	8.310000	18484	**
50	50	0.4	0.7	4	1.903842	0.008082	11.030000	12827	**
50	50	0.4	0.7	5	4.751746	0.009654	13.990000	25525	**
50	50	0.4	0.7	6	6.669692	0.008682	7.300000	41480	**
50	50	0.4	0.7	7	4.382712	0.008994	11.920000	34209	**
50	50	0.4	0.7	8	2.791382	0.009779	11.240000	17558	**
50	50	0.4	0.7	9	3.791241	0.009615	14.440000	24604	**
50	50	0.4	0.9	0	2.530001	0.009599	13.900000	12428	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.4	0.9	1	4.890700	0.009732	21.550000	32571	**
50	50	0.4	0.9	2	4.868905	0.008911	18.650000	21251	**
50	50	0.4	0.9	3	3.218406	0.008744	20.020000	17329	**
50	50	0.4	0.9	4	2.729647	0.009437	15.380000	12340	**
50	50	0.4	0.9	5	9.327852	0.007962	23.070000	40646	**
50	50	0.4	0.9	6	7.422509	0.009570	15.980000	39013	**
50	50	0.4	0.9	7	3.801157	0.008522	21.270000	19298	**
50	50	0.4	0.9	8	4.214375	0.006891	21.330000	26083	**
50	50	0.4	0.9	9	3.705040	0.009710	17.710000	19113	**
50	75	0.1	0.5	0	1.101729	0.007285	12.790000	4343	**
50	75	0.1	0.5	1	2.930688	0.009168	6.940000	16995	**
50	75	0.1	0.5	2	0.480382	0.008991	4.090000	2052	**
50	75	0.1	0.5	3	3.053517	0.009820	5.670000	16145	**
50	75	0.1	0.5	4	2.255101	0.008585	7.950000	11421	**
50	75	0.1	0.5	5	2.592269	0.009852	7.870000	16024	**
50	75	0.1	0.5	6	2.792534	0.009597	13.050000	12726	**
50	75	0.1	0.5	7	0.908539	0.009678	7.530000	5330	**
50	75	0.1	0.5	8	0.809378	0.009090	11.340000	4615	**
50	75	0.1	0.5	9	0.479996	0.006411	2.770000	1156	**
50	75	0.1	0.7	0	10.503077	0.009905	14.850000	32321	**
50	75	0.1	0.7	1	10.163664	0.001595	11.710000	37714	**
50	75	0.1	0.7	2	4.551315	0.009568	14.380000	21018	**
50	75	0.1	0.7	3	13.365926	0.004745	12.120000	54764	**
50	75	0.1	0.7	4	24.014605	0.009960	16.790000	83382	**
50	75	0.1	0.7	5	7.414218	0.009983	18.080000	31420	**
50	75	0.1	0.7	6	28.182517	0.009814	19.840000	96688	**
50	75	0.1	0.7	7	15.776166	0.009644	15.170000	55804	**
50	75	0.1	0.7	8	4.330908	0.009477	12.970000	15479	**
50	75	0.1	0.7	9	5.370575	0.009827	14.050000	22841	**
50	75	0.1	0.9	0	8.601576	0.009764	18.660000	22769	**
50	75	0.1	0.9	1	3.921297	0.009360	11.690000	15068	**
50	75	0.1	0.9	2	3.657167	0.009367	17.750000	12140	**
50	75	0.1	0.9	3	16.249922	0.009960	20.510000	50778	**
50	75	0.1	0.9	4	9.559908	0.009890	20.120000	41090	**
50	75	0.1	0.9	5	9.277576	0.009631	18.970000	28439	**
50	75	0.1	0.9	6	17.459213	0.009597	20.870000	67228	**
50	75	0.1	0.9	7	18.218196	0.009784	17.640000	71839	**
50	75	0.1	0.9	8	5.106953	0.009950	14.030000	19130	**
50	75	0.1	0.9	9	7.376066	0.009799	12.020000	23905	**
50	75	0.2	0.5	0	11.938611	0.009754	4.790000	40902	**
50	75	0.2	0.5	1	67.874618	0.009956	12.210000	246187	**
50	75	0.2	0.5	2	2.851714	0.009735	4.150000	11046	**
50	75	0.2	0.5	3	21.164724	0.009974	8.040000	85547	**
50	75	0.2	0.5	4	75.275355	0.009959	11.170000	370132	**
50	75	0.2	0.5	5	48.059332	0.009928	10.890000	176392	**
50	75	0.2	0.5	6	14.077296	0.009920	9.220000	51486	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	75	0.2	0.5	7	33.936187	0.009916	12.240000	84588	**
50	75	0.2	0.5	8	4.677393	0.009595	6.420000	16427	**
50	75	0.2	0.5	9	117.077478	0.009887	18.420000	407015	**
50	75	0.2	0.7	0	112.774367	0.009799	18.630000	431262	**
50	75	0.2	0.7	1	187.155283	0.009996	20.230000	721371	**
50	75	0.2	0.7	2	528.393886	0.009996	20.040000	1736288	**
50	75	0.2	0.7	3	90.930107	0.009993	17.760000	285789	**
50	75	0.2	0.7	4	251.122842	0.009997	25.540000	710350	**
50	75	0.2	0.7	5	409.228752	0.009998	24.270000	1422355	**
50	75	0.2	0.7	6	23.088536	0.009887	13.100000	66096	**
50	75	0.2	0.7	7	192.266067	0.009994	30.600000	625560	**
50	75	0.2	0.7	8	29.835015	0.009964	20.590000	107653	**
50	75	0.2	0.7	9	908.615142	0.009998	23.670000	1872535	**
50	75	0.2	0.9	0	101.358942	0.009930	22.770000	272980	**
50	75	0.2	0.9	1	175.509976	0.009999	35.620000	687457	**
50	75	0.2	0.9	2	197.287191	0.009954	23.960000	566249	**
50	75	0.2	0.9	3	384.603438	0.009987	27.970000	1017183	**
50	75	0.2	0.9	4	147.906466	0.009966	33.110000	445126	**
50	75	0.2	0.9	5	244.670236	0.009986	34.100000	703340	**
50	75	0.2	0.9	6	23.461734	0.009559	14.520000	67252	**
50	75	0.2	0.9	7	322.263958	0.009977	29.030000	741239	**
50	75	0.2	0.9	8	49.971290	0.009896	19.060000	146504	**
50	75	0.2	0.9	9	690.088103	0.009998	31.290000	1933852	**
50	75	0.4	0.5	0	24.404872	0.009983	9.300000	72464	**
50	75	0.4	0.5	1	141.445305	0.009994	13.240000	364211	**
50	75	0.4	0.5	2	20.192238	0.009876	5.160000	51198	**
50	75	0.4	0.5	3	45.914175	0.009916	6.130000	178505	**
50	75	0.4	0.5	4	23.069597	0.009939	8.090000	58705	**
50	75	0.4	0.5	5	26.527559	0.009967	9.180000	73297	**
50	75	0.4	0.5	6	11.736041	0.009947	9.270000	39041	**
50	75	0.4	0.5	7	35.589429	0.009787	8.200000	126667	**
50	75	0.4	0.5	8	89.706679	0.009985	9.610000	276175	**
50	75	0.4	0.5	9	89.292475	0.009993	9.970000	301212	**
50	75	0.4	0.7	0	1089.295175	0.009999	27.420000	2403312	**
50	75	0.4	0.7	1	906.941015	0.009997	27.460000	1908686	**
50	75	0.4	0.7	2	143.540017	0.009975	17.910000	419311	**
50	75	0.4	0.7	3	231.562603	0.009993	26.320000	682122	**
50	75	0.4	0.7	4	97.496356	0.009936	24.870000	231788	**
50	75	0.4	0.7	5	518.406056	0.009996	29.510000	1055346	**
50	75	0.4	0.7	6	380.493293	0.009978	20.490000	1073488	**
50	75	0.4	0.7	7	209.320685	0.009960	22.620000	527865	**
50	75	0.4	0.7	8	371.478277	0.009993	18.690000	1085265	**
50	75	0.4	0.7	9	964.381244	0.009982	20.900000	2179979	**
50	75	0.4	0.9	0	1362.609238	0.009981	34.750000	2754065	**
50	75	0.4	0.9	1	711.053211	0.009982	35.630000	1354851	**
50	75	0.4	0.9	2	132.366424	0.009986	27.900000	213848	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	75	0.4	0.9	3	210.439468	0.009990	35.560000	338744	**
50	75	0.4	0.9	4	77.785920	0.009619	28.830000	138556	**
50	75	0.4	0.9	5	240.236670	0.009967	41.780000	439228	**
50	75	0.4	0.9	6	139.192382	0.009933	28.730000	344022	**
50	75	0.4	0.9	7	201.106479	0.009983	30.290000	538309	**
50	75	0.4	0.9	8	205.377618	0.009961	31.590000	559758	**
50	75	0.4	0.9	9	362.456801	0.009993	34.060000	825392	**
50	100	0.1	0.5	0	16.431143	0.009958	13.410000	50776	**
50	100	0.1	0.5	1	269.260209	0.009986	16.070000	666678	**
50	100	0.1	0.5	2	56.319656	0.008590	13.320000	162026	**
50	100	0.1	0.5	3	10.250880	0.009991	11.000000	28263	**
50	100	0.1	0.5	4	45.868960	0.009976	14.880000	151348	**
50	100	0.1	0.5	5	244.008533	0.009950	14.680000	653473	**
50	100	0.1	0.5	6	20.492511	0.009884	12.950000	54212	**
50	100	0.1	0.5	7	84.027658	0.010000	22.870000	207199	**
50	100	0.1	0.5	8	131.339310	0.009991	16.760000	376626	**
50	100	0.1	0.5	9	490.839170	0.009996	14.650000	1486470	**
50	100	0.1	0.7	0	183.181008	0.009989	26.520000	497036	**
50	100	0.1	0.7	1	387.728461	0.009996	24.120000	958046	**
50	100	0.1	0.7	2	211.381602	0.009990	29.730000	559301	**
50	100	0.1	0.7	3	127.361660	0.009983	19.830000	356024	**
50	100	0.1	0.7	4	405.256329	0.009985	28.000000	1027796	**
50	100	0.1	0.7	5	3357.343722	0.010000	25.670000	6416735	**
50	100	0.1	0.7	6	182.793256	0.009990	24.250000	531493	**
50	100	0.1	0.7	7	302.335473	0.009998	24.740000	739302	**
50	100	0.1	0.7	8	525.353285	0.009993	26.040000	1319106	**
50	100	0.1	0.7	9	169.017751	0.009988	23.150000	482007	**
50	100	0.1	0.9	0	341.029516	0.009999	23.050000	993696	**
50	100	0.1	0.9	1	715.839808	0.009994	33.390000	1615923	**
50	100	0.1	0.9	2	202.511590	0.009859	31.540000	391528	**
50	100	0.1	0.9	3	138.534666	0.009989	22.670000	293865	**
50	100	0.1	0.9	4	410.540161	0.009998	28.090000	862060	**
50	100	0.1	0.9	5	573.980841	0.009974	32.290000	1142002	**
50	100	0.1	0.9	6	538.937004	0.009997	25.860000	1373704	**
50	100	0.1	0.9	7	106.658621	0.009857	28.340000	228398	**
50	100	0.1	0.9	8	534.273738	0.009995	21.280000	1185385	**
50	100	0.1	0.9	9	417.117459	0.009984	29.090000	975099	**
50	100	0.2	0.5	0	9001.882375	3.443043	20.090000	6197103	tl
50	100	0.2	0.5	1	3113.915049	0.009999	14.440000	7146322	**
50	100	0.2	0.5	2	339.562261	0.009986	17.780000	930646	**
50	100	0.2	0.5	3	1975.210671	0.010000	18.880000	3911215	**
50	100	0.2	0.5	4	239.326322	0.009975	11.610000	775795	**
50	100	0.2	0.5	5	307.670351	0.009987	14.390000	787910	**
50	100	0.2	0.5	6	524.678341	0.009995	14.200000	1534665	**
50	100	0.2	0.5	7	1383.431662	0.009999	17.790000	2804605	**
50	100	0.2	0.5	8	7304.629980	0.010000	17.840000	11486319	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.2	0.5	9	1949.085635	0.009996	15.930000	3970134	**
50	100	0.2	0.7	0	9002.977459	3.288982	23.240000	5645729	tl
50	100	0.2	0.7	1	9007.227772	7.124519	30.630000	4915750	tl
50	100	0.2	0.7	2	3890.620700	0.009999	24.050000	6074244	**
50	100	0.2	0.7	3	9000.012329	1.512221	36.380000	7974428	tl
50	100	0.2	0.7	4	1271.695887	0.009997	23.820000	3122297	**
50	100	0.2	0.7	5	9002.107334	3.737678	32.830000	5594195	tl
50	100	0.2	0.7	6	2887.296940	0.009999	27.540000	5561114	**
50	100	0.2	0.7	7	3991.210436	0.009995	35.140000	5640121	**
50	100	0.2	0.7	8	9003.085227	4.246891	32.650000	5792683	tl
50	100	0.2	0.7	9	9003.376385	3.102354	34.590000	5732462	tl
50	100	0.2	0.9	0	3034.387540	0.010000	34.760000	5023468	**
50	100	0.2	0.9	1	9005.793924	7.608754	38.870000	5185818	tl
50	100	0.2	0.9	2	2835.845613	0.009996	33.920000	4189769	**
50	100	0.2	0.9	3	6670.360611	0.009995	35.450000	7119423	**
50	100	0.2	0.9	4	1345.280413	0.009996	31.900000	1954477	**
50	100	0.2	0.9	5	9002.331181	2.797534	36.550000	5423114	tl
50	100	0.2	0.9	6	2676.496825	0.009998	27.600000	3545246	**
50	100	0.2	0.9	7	1365.243916	0.009999	37.240000	1596704	**
50	100	0.2	0.9	8	9003.113952	4.244400	36.190000	5587536	tl
50	100	0.2	0.9	9	9003.542311	4.837404	38.820000	5555458	tl
50	100	0.4	0.5	0	91.114809	0.009989	8.950000	322742	**
50	100	0.4	0.5	1	1609.572023	0.009997	12.800000	3732037	**
50	100	0.4	0.5	2	918.682012	0.009992	15.900000	2381405	**
50	100	0.4	0.5	3	4480.032191	0.009999	12.810000	9151998	**
50	100	0.4	0.5	4	1389.174365	0.009999	12.990000	4987028	**
50	100	0.4	0.5	5	1225.605273	0.010000	8.270000	4509750	**
50	100	0.4	0.5	6	911.413155	0.009997	11.600000	2027629	**
50	100	0.4	0.5	7	9000.013803	1.548586	13.800000	8004133	tl
50	100	0.4	0.5	8	1458.209473	0.009997	11.090000	3350258	**
50	100	0.4	0.5	9	216.250373	0.009991	16.180000	621006	**
50	100	0.4	0.7	0	2727.484952	0.009996	18.960000	3080242	**
50	100	0.4	0.7	1	9002.279390	1.602353	28.430000	7237524	tl
50	100	0.4	0.7	2	9002.895235	4.348798	28.830000	4776279	tl
50	100	0.4	0.7	3	9003.716937	2.420611	24.500000	7151050	tl
50	100	0.4	0.7	4	9004.808855	3.135568	25.890000	4023414	tl
50	100	0.4	0.7	5	9003.292626	1.116097	13.210000	8756812	tl
50	100	0.4	0.7	6	9004.008561	4.579453	23.930000	4606755	tl
50	100	0.4	0.7	7	9003.250918	3.915881	24.480000	5042408	tl
50	100	0.4	0.7	8	5800.713138	0.009997	22.820000	5990934	**
50	100	0.4	0.7	9	9002.618078	2.769409	26.640000	6259342	tl
50	100	0.4	0.9	0	1900.853574	0.009988	28.900000	2552046	**
50	100	0.4	0.9	1	9004.529612	2.975026	40.960000	5739274	tl
50	100	0.4	0.9	2	9002.931364	6.142768	40.570000	4954076	tl
50	100	0.4	0.9	3	5025.618802	0.010000	41.270000	4845005	**
50	100	0.4	0.9	4	9003.619971	2.486006	38.480000	4648995	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.4	0.9	5	8874.847166	0.009999	36.240000	9380363	**
50	100	0.4	0.9	6	9004.514858	5.274582	35.340000	4608098	tl
50	100	0.4	0.9	7	9002.994260	3.547197	35.860000	6088741	tl
50	100	0.4	0.9	8	5484.737774	0.009992	29.680000	4869091	**
50	100	0.4	0.9	9	9003.776479	4.499440	42.690000	5249633	tl
75	25	0.1	0.5	0	0.076189	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	1	0.006972	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	2	0.067917	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	3	0.156784	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	4	0.008300	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	5	0.127627	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	6	0.096715	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	7	0.093422	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	8	0.054121	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	9	0.007770	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	0	0.109643	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	1	0.006890	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	2	0.011034	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	3	0.073144	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	4	0.156687	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	5	0.086107	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	6	0.006513	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	7	0.008481	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	8	0.007712	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	9	0.007147	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	0	0.005889	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	1	0.107558	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	2	0.005010	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	3	0.054754	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	4	0.006037	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	5	0.050509	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	6	0.006471	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	7	0.147288	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	8	0.005113	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	9	0.013557	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	0	0.123888	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	1	0.115726	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	2	0.147304	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	3	0.122421	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	4	0.047270	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	5	0.099454	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	6	0.082845	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	7	0.049478	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	8	0.125014	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	9	0.061246	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	0	0.028719	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.2	0.7	1	0.150835	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	2	0.027503	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	3	0.069848	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	4	0.054177	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	5	0.075586	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	6	0.126079	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	7	0.183544	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	8	0.059632	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	9	0.029938	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	0	0.065644	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	1	0.061978	0.005430	0.005430	0	**
75	25	0.2	0.9	2	0.051578	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	3	0.155929	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	4	0.050797	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	5	0.055000	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	6	0.051094	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	7	0.008960	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	8	0.069188	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	9	0.009049	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	0	0.051384	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	1	0.077147	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	2	0.066000	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	3	0.067849	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	4	0.084220	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	5	0.071593	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	6	0.076245	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	7	0.065717	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	8	0.089504	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	9	0.068308	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	0	0.059290	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	1	0.063125	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	2	0.054037	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	3	0.165024	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	4	0.033090	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	5	0.078219	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	6	0.095055	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	7	0.142451	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	8	0.089057	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	9	0.012380	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	0	0.115836	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	1	0.106280	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	2	0.062788	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	3	0.036638	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	4	0.057237	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	5	0.082867	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	6	0.055892	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.4	0.9	7	0.086049	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	8	0.057419	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	9	0.054657	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	0	0.010304	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	1	0.057764	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	2	0.109584	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	3	0.096614	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	4	0.120399	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	5	0.055300	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	6	0.074438	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	7	0.061203	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	8	0.100925	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	9	0.096276	0.004590	0.004590	0	**
75	50	0.1	0.7	0	0.562120	0.008565	2.660000	981	**
75	50	0.1	0.7	1	0.195971	0.009367	0.009367	0	**
75	50	0.1	0.7	2	0.108892	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	3	0.012651	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	4	0.489957	0.006672	3.650000	823	**
75	50	0.1	0.7	5	0.155225	0.006106	0.006106	0	**
75	50	0.1	0.7	6	0.105981	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	7	0.091082	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	8	0.122967	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	9	0.114416	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.9	0	1.482925	0.008730	9.330000	6819	**
75	50	0.1	0.9	1	0.840722	0.008767	5.290000	1830	**
75	50	0.1	0.9	2	0.639545	0.000000	2.140000	1186	*
75	50	0.1	0.9	3	0.431063	0.006221	4.060000	747	**
75	50	0.1	0.9	4	0.870946	0.008473	7.800000	2913	**
75	50	0.1	0.9	5	0.906764	0.008518	7.590000	3744	**
75	50	0.1	0.9	6	0.389388	0.000000	1.770000	387	*
75	50	0.1	0.9	7	0.157701	0.000504	0.000504	0	**
75	50	0.1	0.9	8	0.181455	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.9	9	0.755106	0.005473	6.310000	2760	**
75	50	0.2	0.5	0	0.107063	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	1	0.117217	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	2	0.120349	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	3	0.130687	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	4	0.093143	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	5	0.112313	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	6	0.137498	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	7	0.153914	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	8	0.128372	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	9	0.155175	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	0	0.090000	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	1	0.155466	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	2	0.287333	0.008737	2.840000	462	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.2	0.7	3	0.276403	0.000573	0.000573	0	**
75	50	0.2	0.7	4	0.188477	0.000477	0.000477	0	**
75	50	0.2	0.7	5	0.119618	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	6	0.179633	0.001948	0.001948	0	**
75	50	0.2	0.7	7	0.177254	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	8	0.235717	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	9	0.760371	0.007280	2.840000	1166	**
75	50	0.2	0.9	0	1.828266	0.009405	7.730000	7547	**
75	50	0.2	0.9	1	1.848814	0.007971	8.080000	6377	**
75	50	0.2	0.9	2	3.513443	0.009070	8.620000	15176	**
75	50	0.2	0.9	3	3.942489	0.004281	10.220000	12261	**
75	50	0.2	0.9	4	3.490724	0.008521	15.070000	16377	**
75	50	0.2	0.9	5	1.667055	0.007932	7.440000	6550	**
75	50	0.2	0.9	6	1.094965	0.008411	7.310000	4553	**
75	50	0.2	0.9	7	0.718654	0.008255	4.100000	1337	**
75	50	0.2	0.9	8	14.941059	0.008563	10.740000	45287	**
75	50	0.2	0.9	9	3.524965	0.008017	10.920000	16185	**
75	50	0.4	0.5	0	0.469205	0.001679	1.450000	155	**
75	50	0.4	0.5	1	0.138783	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	2	0.107766	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	3	0.103340	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	4	0.124407	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	5	0.185661	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	6	0.144379	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	7	0.180671	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	8	0.168843	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	9	0.136465	0.006754	0.006754	0	**
75	50	0.4	0.7	0	38.554111	0.009681	8.820000	107868	**
75	50	0.4	0.7	1	0.628034	0.002036	2.030000	763	**
75	50	0.4	0.7	2	1.247551	0.008178	2.960000	3619	**
75	50	0.4	0.7	3	1.149995	0.007949	4.600000	2143	**
75	50	0.4	0.7	4	2.317055	0.009178	3.990000	8045	**
75	50	0.4	0.7	5	0.781124	0.009561	4.960000	1522	**
75	50	0.4	0.7	6	4.591896	0.009710	5.240000	15041	**
75	50	0.4	0.7	7	5.134020	0.008138	4.090000	13441	**
75	50	0.4	0.7	8	3.735558	0.009617	6.920000	10604	**
75	50	0.4	0.7	9	4.628044	0.007309	4.800000	12355	**
75	50	0.4	0.9	0	25.532945	0.009937	19.170000	80964	**
75	50	0.4	0.9	1	2.242479	0.006274	8.740000	6657	**
75	50	0.4	0.9	2	5.549019	0.009180	15.450000	15697	**
75	50	0.4	0.9	3	6.054684	0.009001	13.770000	23658	**
75	50	0.4	0.9	4	17.611076	0.009426	20.780000	50241	**
75	50	0.4	0.9	5	7.164249	0.009011	14.940000	21477	**
75	50	0.4	0.9	6	19.526738	0.009653	19.340000	49773	**
75	50	0.4	0.9	7	8.926114	0.009467	13.710000	35321	**
75	50	0.4	0.9	8	10.409866	0.009267	16.830000	32876	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.4	0.9	9	4.400384	0.008085	11.820000	15037	**
75	75	0.1	0.5	0	0.167200	0.000000	0.000000	0	*
75	75	0.1	0.5	1	0.306043	0.008204	0.008204	0	**
75	75	0.1	0.5	2	1.638550	0.006677	4.920000	3006	**
75	75	0.1	0.5	3	0.169365	0.000000	0.000000	0	*
75	75	0.1	0.5	4	0.515132	0.003972	2.150000	303	**
75	75	0.1	0.5	5	0.189883	0.000000	0.000000	0	*
75	75	0.1	0.5	6	0.332861	0.008766	0.008766	0	**
75	75	0.1	0.5	7	0.329669	0.008346	0.008346	0	**
75	75	0.1	0.5	8	0.216497	0.006933	0.006933	0	**
75	75	0.1	0.5	9	0.289454	0.000000	0.000000	0	*
75	75	0.1	0.7	0	40.213761	0.009949	7.080000	81776	**
75	75	0.1	0.7	1	42.163145	0.009980	10.700000	86620	**
75	75	0.1	0.7	2	28.365459	0.009945	12.970000	44847	**
75	75	0.1	0.7	3	3.333853	0.009907	5.450000	9724	**
75	75	0.1	0.7	4	4.429886	0.008632	7.290000	16789	**
75	75	0.1	0.7	5	1.995869	0.009273	5.160000	6495	**
75	75	0.1	0.7	6	8.845427	0.009609	10.430000	22181	**
75	75	0.1	0.7	7	3.742192	0.008863	7.140000	12288	**
75	75	0.1	0.7	8	36.965136	0.009882	9.110000	92386	**
75	75	0.1	0.7	9	3.285653	0.009909	7.090000	10681	**
75	75	0.1	0.9	0	175.786741	0.009976	17.860000	456642	**
75	75	0.1	0.9	1	152.440104	0.009993	16.160000	449808	**
75	75	0.1	0.9	2	106.039131	0.009995	19.080000	279002	**
75	75	0.1	0.9	3	24.996840	0.009698	12.450000	42147	**
75	75	0.1	0.9	4	17.888529	0.009521	13.420000	47004	**
75	75	0.1	0.9	5	6.603427	0.009942	11.820000	29436	**
75	75	0.1	0.9	6	42.634772	0.009975	15.660000	132937	**
75	75	0.1	0.9	7	14.210968	0.009982	10.200000	44733	**
75	75	0.1	0.9	8	72.844981	0.009916	15.520000	195546	**
75	75	0.1	0.9	9	11.447442	0.009362	14.520000	28863	**
75	75	0.2	0.5	0	0.581065	0.009038	2.510000	995	**
75	75	0.2	0.5	1	0.830128	0.004601	2.140000	1438	**
75	75	0.2	0.5	2	1.635353	0.009396	3.210000	3132	**
75	75	0.2	0.5	3	0.247316	0.001693	0.001693	0	**
75	75	0.2	0.5	4	0.849097	0.000000	1.060000	997	*
75	75	0.2	0.5	5	2.367180	0.007068	3.070000	4134	**
75	75	0.2	0.5	6	0.974200	0.009379	2.500000	1838	**
75	75	0.2	0.5	7	0.301281	0.006000	0.006000	0	**
75	75	0.2	0.5	8	0.463152	0.007554	2.190000	482	**
75	75	0.2	0.5	9	6.658726	0.009345	3.970000	16430	**
75	75	0.2	0.7	0	114.302800	0.009989	10.290000	404650	**
75	75	0.2	0.7	1	648.294183	0.009991	17.340000	1359921	**
75	75	0.2	0.7	2	866.194214	0.009999	14.940000	2532001	**
75	75	0.2	0.7	3	124.410913	0.009988	12.790000	522715	**
75	75	0.2	0.7	4	87.937052	0.009985	10.240000	281968	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	75	0.2	0.7	5	135.264658	0.009965	12.620000	378541	**
75	75	0.2	0.7	6	230.495735	0.009998	9.310000	775242	**
75	75	0.2	0.7	7	74.858873	0.009988	8.920000	247391	**
75	75	0.2	0.7	8	77.196838	0.009984	6.010000	241413	**
75	75	0.2	0.7	9	205.516033	0.009984	10.190000	504435	**
75	75	0.2	0.9	0	550.503423	0.009999	18.590000	1058890	**
75	75	0.2	0.9	1	1371.802429	0.010000	24.930000	2676994	**
75	75	0.2	0.9	2	1840.893374	0.009996	22.540000	3018437	**
75	75	0.2	0.9	3	834.316662	0.009995	16.850000	2132533	**
75	75	0.2	0.9	4	295.980707	0.009996	22.180000	585488	**
75	75	0.2	0.9	5	293.542658	0.009994	18.840000	747993	**
75	75	0.2	0.9	6	2024.607381	0.009998	20.560000	4847118	**
75	75	0.2	0.9	7	382.469342	0.009994	20.020000	881297	**
75	75	0.2	0.9	8	1673.900882	0.009991	17.380000	2225617	**
75	75	0.2	0.9	9	234.497501	0.009994	18.530000	503050	**
75	75	0.4	0.5	0	10.505340	0.009998	3.410000	28596	**
75	75	0.4	0.5	1	7.755160	0.009757	3.170000	22889	**
75	75	0.4	0.5	2	0.166922	0.005036	0.005036	0	**
75	75	0.4	0.5	3	6.510975	0.009775	4.180000	16049	**
75	75	0.4	0.5	4	5.548913	0.008067	4.790000	11212	**
75	75	0.4	0.5	5	5.777739	0.009727	5.340000	13019	**
75	75	0.4	0.5	6	9.692253	0.009746	3.230000	28856	**
75	75	0.4	0.5	7	1.853364	0.008522	3.280000	4217	**
75	75	0.4	0.5	8	8.775341	0.009848	4.850000	25904	**
75	75	0.4	0.5	9	20.217914	0.009942	4.470000	58418	**
75	75	0.4	0.7	0	416.098645	0.009990	20.840000	801437	**
75	75	0.4	0.7	1	4820.880463	0.009998	16.160000	7405610	**
75	75	0.4	0.7	2	319.697309	0.009999	11.250000	754191	**
75	75	0.4	0.7	3	3226.660266	0.010000	12.820000	6646205	**
75	75	0.4	0.7	4	150.945703	0.009987	11.250000	288278	**
75	75	0.4	0.7	5	205.116355	0.009989	14.570000	455401	**
75	75	0.4	0.7	6	1617.499904	0.009988	16.670000	3391441	**
75	75	0.4	0.7	7	385.331161	0.009960	14.620000	1076048	**
75	75	0.4	0.7	8	546.853199	0.009990	16.600000	1223847	**
75	75	0.4	0.7	9	2356.023777	0.009997	21.790000	3254505	**
75	75	0.4	0.9	0	509.184756	0.009954	22.880000	768254	**
75	75	0.4	0.9	1	7281.179754	0.009998	30.940000	8683944	**
75	75	0.4	0.9	2	765.688955	0.010000	22.690000	1257940	**
75	75	0.4	0.9	3	1567.845637	0.010000	25.970000	2864440	**
75	75	0.4	0.9	4	113.616703	0.009889	21.110000	164902	**
75	75	0.4	0.9	5	311.941360	0.009974	25.180000	567964	**
75	75	0.4	0.9	6	1386.407551	0.009999	25.760000	2335002	**
75	75	0.4	0.9	7	898.836963	0.009989	28.800000	1598675	**
75	75	0.4	0.9	8	1499.380688	0.009990	28.830000	2585382	**
75	75	0.4	0.9	9	2242.759078	0.009982	38.760000	3551965	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
Média					0.9446234703	0.008463218688	8.29	5310.5	

Tabela 14 – Tabela de resultados para a formulação (CD_2), com os seguintes parâmetros: $n = \{25, 50, 75\}$, $m = \{25, 50, 75, 100\}$, $d = \{0.1, 0.2, 0.4\}$ e $t = \{0.5, 0.7, 0.9\}$. Para cada combinação desses parâmetros, existem 10 instâncias, representadas por $i = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.1	0.5	0	0.021159	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	1	0.017391	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	2	0.026389	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	3	0.015204	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	4	0.018619	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	5	0.007789	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	6	0.015348	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	7	0.023328	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	8	0.015431	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.5	9	0.023409	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	0	0.017221	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	1	0.014810	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	2	0.021761	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	3	0.033442	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	4	0.017197	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	5	0.018001	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	6	0.021388	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	7	0.015901	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	8	0.022657	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.7	9	0.028487	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	0	0.021994	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	1	0.023645	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	2	0.025429	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	3	0.027533	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	4	0.025668	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	5	0.019026	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	6	0.020154	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	7	0.020873	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	8	0.032348	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.1	0.9	9	0.020181	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	0	0.031338	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	1	0.006525	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	2	0.025421	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	3	0.046966	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	4	0.028244	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	5	0.026569	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.2	0.5	6	0.022836	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	7	0.022964	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	8	0.024456	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.5	9	0.045231	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	0	0.042777	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	1	0.033131	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	2	0.050821	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	3	0.028699	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	4	0.042234	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	5	0.028930	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	6	0.026048	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	7	0.032716	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.7	8	0.040583	0.007392	0.007392	0	**
25	25	0.2	0.7	9	0.047117	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	0	0.030980	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	1	0.038354	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	2	0.039461	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	3	0.044237	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	4	0.050215	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	5	0.038144	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	6	0.041337	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	7	0.039947	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	8	0.044595	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.2	0.9	9	0.047687	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	0	0.033894	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	1	0.030480	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	2	0.042821	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	3	0.036198	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	4	0.032217	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	5	0.030968	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	6	0.049986	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	7	0.040014	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	8	0.040708	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.5	9	0.012788	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	0	0.049420	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	1	0.060915	0.004518	0.004518	0	**
25	25	0.4	0.7	2	0.064367	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	3	0.034473	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	4	0.024740	0.009173	0.009173	0	**
25	25	0.4	0.7	5	0.063450	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	6	0.037242	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	7	0.058817	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	8	0.019497	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.7	9	0.067297	0.008040	0.008040	0	**
25	25	0.4	0.9	0	0.065158	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	1	0.095790	0.001309	0.001309	0	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	25	0.4	0.9	2	0.059069	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	3	0.062659	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	4	0.065481	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	5	0.059676	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	6	0.044585	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	7	0.080377	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	8	0.045011	0.000000	0.000000	0	*
25	25	0.4	0.9	9	0.076241	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	0	0.041775	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	1	0.066962	0.006190	0.006190	0	**
25	50	0.1	0.5	2	0.060608	0.005225	0.005225	0	**
25	50	0.1	0.5	3	0.058317	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	4	0.040928	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	5	0.050647	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	6	0.057444	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	7	0.059740	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	8	0.055712	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.5	9	0.042567	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	0	0.101340	0.008511	0.008511	0	**
25	50	0.1	0.7	1	0.124732	0.000000	4.060000	282	*
25	50	0.1	0.7	2	0.116942	0.000000	3.350000	305	*
25	50	0.1	0.7	3	0.062195	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	4	0.128042	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	5	0.091959	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	6	0.072580	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	7	0.124817	0.000000	0.630000	175	*
25	50	0.1	0.7	8	0.066962	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.7	9	0.110361	0.000000	2.520000	252	*
25	50	0.1	0.9	0	0.133058	0.000000	5.170000	337	*
25	50	0.1	0.9	1	0.113163	0.005047	5.620000	315	**
25	50	0.1	0.9	2	0.138261	0.000000	0.920000	246	*
25	50	0.1	0.9	3	0.064746	0.009406	0.009406	0	**
25	50	0.1	0.9	4	0.080612	0.008153	0.008153	0	**
25	50	0.1	0.9	5	0.079304	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.9	6	0.080556	0.006042	0.006042	0	**
25	50	0.1	0.9	7	0.062464	0.005757	0.005757	0	**
25	50	0.1	0.9	8	0.089400	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.1	0.9	9	0.042745	0.000000	0.000000	0	*
25	50	0.2	0.5	0	0.264870	0.001638	6.700000	2026	**
25	50	0.2	0.5	1	0.198165	0.003853	11.240000	1647	**
25	50	0.2	0.5	2	0.328148	0.009232	8.700000	2544	**
25	50	0.2	0.5	3	0.387667	0.008405	16.060000	2977	**
25	50	0.2	0.5	4	0.236385	0.000707	8.960000	977	**
25	50	0.2	0.5	5	0.285928	0.000000	10.600000	2981	*
25	50	0.2	0.5	6	0.407627	0.003927	10.490000	2984	**
25	50	0.2	0.5	7	0.161685	0.000000	10.430000	1108	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	50	0.2	0.5	8	0.288460	0.001647	4.570000	2433	**
25	50	0.2	0.5	9	0.252017	0.004038	10.010000	1401	**
25	50	0.2	0.7	0	0.221357	0.000000	8.010000	1191	*
25	50	0.2	0.7	1	0.487270	0.008897	16.650000	3400	**
25	50	0.2	0.7	2	1.368283	0.005400	16.760000	11872	**
25	50	0.2	0.7	3	1.331346	0.007538	24.970000	9217	**
25	50	0.2	0.7	4	0.420211	0.006293	16.960000	3558	**
25	50	0.2	0.7	5	1.279221	0.008980	20.680000	14241	**
25	50	0.2	0.7	6	0.389421	0.006755	13.770000	3079	**
25	50	0.2	0.7	7	0.433325	0.005729	15.770000	3284	**
25	50	0.2	0.7	8	0.394048	0.009186	12.690000	4328	**
25	50	0.2	0.7	9	0.536470	0.004919	13.850000	2905	**
25	50	0.2	0.9	0	0.231201	0.000000	8.700000	599	*
25	50	0.2	0.9	1	0.542745	0.009435	24.250000	3788	**
25	50	0.2	0.9	2	1.669889	0.008558	18.640000	13784	**
25	50	0.2	0.9	3	1.523043	0.009270	25.870000	10669	**
25	50	0.2	0.9	4	0.602779	0.009482	14.440000	4242	**
25	50	0.2	0.9	5	0.571455	0.004525	20.330000	5469	**
25	50	0.2	0.9	6	0.520449	0.001303	16.650000	4448	**
25	50	0.2	0.9	7	0.546424	0.006118	13.800000	2727	**
25	50	0.2	0.9	8	0.638061	0.005692	14.930000	5264	**
25	50	0.2	0.9	9	0.542721	0.009690	16.340000	3494	**
25	50	0.4	0.5	0	0.372489	0.008962	4.900000	2965	**
25	50	0.4	0.5	1	1.104462	0.009758	10.200000	11507	**
25	50	0.4	0.5	2	0.457513	0.006372	7.690000	4009	**
25	50	0.4	0.5	3	1.257898	0.005848	7.300000	11901	**
25	50	0.4	0.5	4	0.491467	0.009649	10.420000	5253	**
25	50	0.4	0.5	5	0.415044	0.006244	12.070000	2669	**
25	50	0.4	0.5	6	1.364811	0.009106	17.040000	11420	**
25	50	0.4	0.5	7	1.264170	0.009391	6.150000	13978	**
25	50	0.4	0.5	8	1.336645	0.009800	11.310000	11494	**
25	50	0.4	0.5	9	0.581863	0.008547	8.110000	5919	**
25	50	0.4	0.7	0	2.130235	0.009893	16.430000	17382	**
25	50	0.4	0.7	1	0.821444	0.008823	16.650000	7447	**
25	50	0.4	0.7	2	0.526636	0.001204	12.680000	2828	**
25	50	0.4	0.7	3	2.277212	0.009604	17.460000	19300	**
25	50	0.4	0.7	4	1.649662	0.009055	20.100000	14495	**
25	50	0.4	0.7	5	2.185564	0.006327	19.320000	13047	**
25	50	0.4	0.7	6	2.129627	0.009402	28.850000	15199	**
25	50	0.4	0.7	7	1.854046	0.009076	12.910000	18093	**
25	50	0.4	0.7	8	1.829080	0.009259	18.540000	12089	**
25	50	0.4	0.7	9	1.852622	0.006646	23.680000	15828	**
25	50	0.4	0.9	0	0.680135	0.007260	16.770000	3693	**
25	50	0.4	0.9	1	1.019082	0.005863	25.160000	6330	**
25	50	0.4	0.9	2	0.595738	0.009061	15.510000	3133	**
25	50	0.4	0.9	3	1.076793	0.006353	20.450000	7548	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	50	0.4	0.9	4	2.313804	0.009357	20.880000	14108	**
25	50	0.4	0.9	5	1.904402	0.001928	23.210000	10135	**
25	50	0.4	0.9	6	2.036109	0.007987	24.610000	12424	**
25	50	0.4	0.9	7	1.896656	0.009693	22.930000	11978	**
25	50	0.4	0.9	8	2.328071	0.004050	20.900000	12737	**
25	50	0.4	0.9	9	2.156540	0.006684	19.310000	12303	**
25	75	0.1	0.5	0	0.351741	0.004477	10.380000	2289	**
25	75	0.1	0.5	1	0.185383	0.002168	6.450000	884	**
25	75	0.1	0.5	2	1.855497	0.004930	17.150000	10239	**
25	75	0.1	0.5	3	0.315173	0.000000	7.680000	1126	*
25	75	0.1	0.5	4	0.299680	0.000000	12.760000	1380	*
25	75	0.1	0.5	5	0.257519	0.002287	13.540000	1716	**
25	75	0.1	0.5	6	0.184754	0.004620	6.580000	510	**
25	75	0.1	0.5	7	0.264041	0.006711	9.370000	745	**
25	75	0.1	0.5	8	0.306306	0.000000	9.310000	1382	*
25	75	0.1	0.5	9	0.211814	0.000000	13.490000	966	*
25	75	0.1	0.7	0	1.661245	0.006528	16.180000	8344	**
25	75	0.1	0.7	1	0.232626	0.000000	8.080000	823	*
25	75	0.1	0.7	2	2.619123	0.009942	23.130000	13897	**
25	75	0.1	0.7	3	0.330627	0.008053	13.540000	1970	**
25	75	0.1	0.7	4	0.885775	0.005000	15.540000	3097	**
25	75	0.1	0.7	5	0.944047	0.007518	14.570000	2607	**
25	75	0.1	0.7	6	0.421908	0.000000	8.600000	585	*
25	75	0.1	0.7	7	0.608494	0.009420	14.240000	2746	**
25	75	0.1	0.7	8	0.864290	0.008603	18.730000	2485	**
25	75	0.1	0.7	9	0.793477	0.009680	13.480000	3976	**
25	75	0.1	0.9	0	1.640563	0.006233	15.120000	7589	**
25	75	0.1	0.9	1	0.516517	0.007097	7.050000	1423	**
25	75	0.1	0.9	2	2.733121	0.006894	15.520000	9067	**
25	75	0.1	0.9	3	1.004936	0.007293	11.140000	4325	**
25	75	0.1	0.9	4	1.246011	0.009510	14.960000	5142	**
25	75	0.1	0.9	5	0.962577	0.006823	16.170000	3258	**
25	75	0.1	0.9	6	0.502025	0.000000	6.370000	614	*
25	75	0.1	0.9	7	0.841787	0.007159	16.270000	2843	**
25	75	0.1	0.9	8	0.697158	0.007364	15.530000	2797	**
25	75	0.1	0.9	9	0.731631	0.009461	12.960000	3176	**
25	75	0.2	0.5	0	4.954606	0.008535	23.630000	23565	**
25	75	0.2	0.5	1	3.455418	0.009636	25.270000	18154	**
25	75	0.2	0.5	2	9.652253	0.009504	21.190000	64252	**
25	75	0.2	0.5	3	19.979562	0.009766	19.870000	107939	**
25	75	0.2	0.5	4	8.441447	0.009487	17.540000	47919	**
25	75	0.2	0.5	5	8.706058	0.009978	21.700000	58447	**
25	75	0.2	0.5	6	11.802217	0.009680	25.330000	54261	**
25	75	0.2	0.5	7	5.960549	0.009899	18.640000	29749	**
25	75	0.2	0.5	8	6.012933	0.009486	14.940000	30542	**
25	75	0.2	0.5	9	4.276327	0.009799	20.570000	27993	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.2	0.7	0	20.740761	0.009906	30.390000	128300	**
25	75	0.2	0.7	1	7.139632	0.009933	23.880000	36194	**
25	75	0.2	0.7	2	12.713084	0.009947	22.930000	62093	**
25	75	0.2	0.7	3	23.954506	0.009993	33.900000	115132	**
25	75	0.2	0.7	4	9.596764	0.009889	30.420000	51500	**
25	75	0.2	0.7	5	4.233389	0.009629	19.200000	20217	**
25	75	0.2	0.7	6	7.187659	0.009916	26.800000	34409	**
25	75	0.2	0.7	7	21.309767	0.009661	23.650000	99780	**
25	75	0.2	0.7	8	19.822825	0.009971	24.880000	102397	**
25	75	0.2	0.7	9	10.976972	0.009378	28.750000	61895	**
25	75	0.2	0.9	0	10.004905	0.009310	19.240000	43263	**
25	75	0.2	0.9	1	8.007626	0.008347	32.520000	36377	**
25	75	0.2	0.9	2	13.548409	0.009935	24.930000	62487	**
25	75	0.2	0.9	3	10.262837	0.009989	22.390000	57522	**
25	75	0.2	0.9	4	6.251862	0.009340	31.620000	24001	**
25	75	0.2	0.9	5	3.480448	0.007998	20.950000	17051	**
25	75	0.2	0.9	6	5.669030	0.009685	19.700000	24883	**
25	75	0.2	0.9	7	15.488560	0.008398	31.130000	48134	**
25	75	0.2	0.9	8	24.289873	0.009668	34.210000	104982	**
25	75	0.2	0.9	9	6.552212	0.009494	31.320000	28418	**
25	75	0.4	0.5	0	21.623690	0.009883	15.580000	77674	**
25	75	0.4	0.5	1	118.195273	0.009958	19.050000	598706	**
25	75	0.4	0.5	2	13.700693	0.009976	19.390000	50717	**
25	75	0.4	0.5	3	10.875154	0.009842	16.030000	53638	**
25	75	0.4	0.5	4	21.617979	0.009786	16.970000	114703	**
25	75	0.4	0.5	5	45.493536	0.009880	21.960000	207946	**
25	75	0.4	0.5	6	10.481631	0.009934	12.200000	47364	**
25	75	0.4	0.5	7	30.211175	0.009784	18.260000	90666	**
25	75	0.4	0.5	8	18.006369	0.009650	19.670000	96029	**
25	75	0.4	0.5	9	25.727125	0.009562	17.820000	97540	**
25	75	0.4	0.7	0	27.675451	0.009784	29.770000	85676	**
25	75	0.4	0.7	1	23.303403	0.009972	18.210000	88016	**
25	75	0.4	0.7	2	33.552180	0.009917	29.160000	90326	**
25	75	0.4	0.7	3	24.694032	0.009722	26.880000	85822	**
25	75	0.4	0.7	4	41.926363	0.009992	28.260000	154765	**
25	75	0.4	0.7	5	27.993393	0.009959	26.100000	103633	**
25	75	0.4	0.7	6	12.774469	0.009433	26.050000	44351	**
25	75	0.4	0.7	7	25.629471	0.009751	32.800000	102455	**
25	75	0.4	0.7	8	27.032381	0.009729	26.470000	105795	**
25	75	0.4	0.7	9	36.918566	0.009786	35.880000	145909	**
25	75	0.4	0.9	0	26.592434	0.009858	28.530000	83383	**
25	75	0.4	0.9	1	7.250398	0.009600	24.610000	27746	**
25	75	0.4	0.9	2	25.184035	0.009842	27.910000	88314	**
25	75	0.4	0.9	3	16.724873	0.009732	26.010000	57252	**
25	75	0.4	0.9	4	68.351015	0.009905	35.140000	254874	**
25	75	0.4	0.9	5	13.004227	0.009625	25.850000	44173	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	75	0.4	0.9	6	13.196306	0.009988	28.100000	45182	**
25	75	0.4	0.9	7	16.015757	0.009837	22.560000	61507	**
25	75	0.4	0.9	8	20.723615	0.009860	24.680000	73420	**
25	75	0.4	0.9	9	25.543791	0.009976	30.210000	79463	**
25	100	0.1	0.5	0	2.563188	0.009344	14.200000	9679	**
25	100	0.1	0.5	1	2.952317	0.009511	18.400000	12477	**
25	100	0.1	0.5	2	0.631124	0.009165	11.870000	3314	**
25	100	0.1	0.5	3	2.781800	0.009145	19.060000	10385	**
25	100	0.1	0.5	4	3.469838	0.009780	23.150000	13779	**
25	100	0.1	0.5	5	3.317092	0.009953	18.570000	19976	**
25	100	0.1	0.5	6	0.893376	0.005746	10.550000	4250	**
25	100	0.1	0.5	7	7.360254	0.009962	24.190000	31404	**
25	100	0.1	0.5	8	4.856885	0.009944	19.300000	22095	**
25	100	0.1	0.5	9	0.757571	0.009771	13.230000	3235	**
25	100	0.1	0.7	0	6.003609	0.009715	14.570000	20297	**
25	100	0.1	0.7	1	4.539589	0.009839	18.130000	13119	**
25	100	0.1	0.7	2	0.843360	0.005614	12.890000	3428	**
25	100	0.1	0.7	3	20.776790	0.009894	27.720000	67867	**
25	100	0.1	0.7	4	8.543645	0.009547	22.270000	26151	**
25	100	0.1	0.7	5	6.922651	0.009023	24.190000	23379	**
25	100	0.1	0.7	6	1.161602	0.009910	10.900000	4512	**
25	100	0.1	0.7	7	11.984955	0.009947	25.800000	34541	**
25	100	0.1	0.7	8	4.408545	0.009945	16.640000	11254	**
25	100	0.1	0.7	9	0.747504	0.009453	11.430000	2441	**
25	100	0.1	0.9	0	6.147959	0.009790	15.550000	19883	**
25	100	0.1	0.9	1	1.321246	0.008650	17.110000	5718	**
25	100	0.1	0.9	2	0.977218	0.009163	13.020000	3759	**
25	100	0.1	0.9	3	31.036470	0.009889	24.080000	93884	**
25	100	0.1	0.9	4	5.001709	0.009837	16.960000	12830	**
25	100	0.1	0.9	5	4.132254	0.009887	22.980000	11029	**
25	100	0.1	0.9	6	1.168306	0.008747	14.740000	5798	**
25	100	0.1	0.9	7	9.831387	0.009966	24.440000	27737	**
25	100	0.1	0.9	8	7.685505	0.009667	13.910000	18354	**
25	100	0.1	0.9	9	0.717537	0.009662	10.860000	2676	**
25	100	0.2	0.5	0	77.773065	0.009966	34.030000	210380	**
25	100	0.2	0.5	1	85.616908	0.009906	32.570000	259634	**
25	100	0.2	0.5	2	938.321003	0.009997	35.390000	2447827	**
25	100	0.2	0.5	3	488.825268	0.009995	22.880000	1536336	**
25	100	0.2	0.5	4	327.912115	0.009991	24.490000	967666	**
25	100	0.2	0.5	5	76.621835	0.009573	33.060000	204389	**
25	100	0.2	0.5	6	192.129502	0.009994	22.220000	609531	**
25	100	0.2	0.5	7	45.232762	0.009922	28.140000	140634	**
25	100	0.2	0.5	8	83.557726	0.009985	23.450000	321529	**
25	100	0.2	0.5	9	97.170136	0.009975	27.800000	264295	**
25	100	0.2	0.7	0	71.490533	0.009998	30.840000	158878	**
25	100	0.2	0.7	1	132.861960	0.009743	29.880000	312496	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.2	0.7	2	317.707696	0.009964	33.410000	781118	**
25	100	0.2	0.7	3	117.789686	0.009972	31.640000	350147	**
25	100	0.2	0.7	4	1733.591191	0.009998	43.660000	3552411	**
25	100	0.2	0.7	5	77.038500	0.009917	34.150000	217553	**
25	100	0.2	0.7	6	375.626475	0.009995	31.280000	1216343	**
25	100	0.2	0.7	7	73.307953	0.009995	29.530000	228405	**
25	100	0.2	0.7	8	135.540768	0.009990	34.480000	416818	**
25	100	0.2	0.7	9	125.800961	0.009967	34.850000	332672	**
25	100	0.2	0.9	0	64.311114	0.009970	38.930000	132661	**
25	100	0.2	0.9	1	149.125775	0.009971	40.100000	342647	**
25	100	0.2	0.9	2	227.851926	0.009957	45.190000	431516	**
25	100	0.2	0.9	3	94.450275	0.009983	29.840000	227316	**
25	100	0.2	0.9	4	372.520491	0.009986	37.270000	885518	**
25	100	0.2	0.9	5	59.879094	0.009891	38.440000	161807	**
25	100	0.2	0.9	6	284.067776	0.009934	33.840000	737523	**
25	100	0.2	0.9	7	69.104770	0.009987	29.210000	176307	**
25	100	0.2	0.9	8	215.806694	0.009992	33.210000	480564	**
25	100	0.2	0.9	9	146.883366	0.009979	33.020000	287930	**
25	100	0.4	0.5	0	233.487299	0.009993	26.200000	686098	**
25	100	0.4	0.5	1	146.311258	0.009980	18.690000	541590	**
25	100	0.4	0.5	2	970.592575	0.009993	23.330000	3030953	**
25	100	0.4	0.5	3	1884.704752	0.009998	24.800000	4759312	**
25	100	0.4	0.5	4	434.176944	0.009993	27.170000	1103668	**
25	100	0.4	0.5	5	256.338932	0.009999	18.940000	726379	**
25	100	0.4	0.5	6	251.277338	0.009987	17.210000	1197941	**
25	100	0.4	0.5	7	351.735782	0.009973	30.730000	993043	**
25	100	0.4	0.5	8	264.170711	0.009994	23.580000	917378	**
25	100	0.4	0.5	9	250.203520	0.009967	25.190000	723989	**
25	100	0.4	0.7	0	761.536770	0.009996	42.140000	1561240	**
25	100	0.4	0.7	1	211.160548	0.009966	30.390000	606989	**
25	100	0.4	0.7	2	293.061679	0.009987	36.600000	671603	**
25	100	0.4	0.7	3	1213.000152	0.009999	26.910000	2036544	**
25	100	0.4	0.7	4	694.577034	0.009965	35.060000	1004713	**
25	100	0.4	0.7	5	723.239313	0.009966	31.000000	1393240	**
25	100	0.4	0.7	6	315.577781	0.009971	26.210000	771646	**
25	100	0.4	0.7	7	308.252004	0.009971	33.910000	632454	**
25	100	0.4	0.7	8	775.286600	0.010000	32.240000	1355805	**
25	100	0.4	0.7	9	584.842830	0.009982	39.320000	1267019	**
25	100	0.4	0.9	0	573.549323	0.009985	36.100000	985177	**
25	100	0.4	0.9	1	206.023261	0.009986	29.200000	406999	**
25	100	0.4	0.9	2	248.732020	0.009990	40.110000	496223	**
25	100	0.4	0.9	3	609.905834	0.009981	29.940000	1130410	**
25	100	0.4	0.9	4	502.184750	0.009981	47.000000	785023	**
25	100	0.4	0.9	5	370.301944	0.009993	40.560000	762318	**
25	100	0.4	0.9	6	251.675595	0.009922	26.670000	528029	**
25	100	0.4	0.9	7	316.809344	0.009999	41.730000	616613	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
25	100	0.4	0.9	8	595.291642	0.009998	43.730000	1126132	**
25	100	0.4	0.9	9	504.792652	0.009997	44.820000	1020866	**
50	25	0.1	0.5	0	0.006597	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	1	0.022952	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	2	0.020015	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	3	0.006487	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	4	0.030294	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	5	0.027878	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	6	0.025524	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	7	0.022554	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	8	0.005326	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.5	9	0.013099	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	0	0.006346	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	1	0.005755	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	2	0.033398	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	3	0.016913	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	4	0.028482	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	5	0.021868	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	6	0.020271	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	7	0.005276	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	8	0.005233	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.7	9	0.055426	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	0	0.020454	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	1	0.018407	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	2	0.025720	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	3	0.039332	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	4	0.023591	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	5	0.007195	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	6	0.024763	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	7	0.016321	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	8	0.030284	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.1	0.9	9	0.016630	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	0	0.044882	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	1	0.015701	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	2	0.036865	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	3	0.013305	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	4	0.029207	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	5	0.044040	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	6	0.063241	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	7	0.049527	0.008856	0.008856	0	**
50	25	0.2	0.5	8	0.031304	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.5	9	0.041895	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	0	0.027825	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	1	0.026478	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	2	0.035042	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	3	0.013887	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	25	0.2	0.7	4	0.020345	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	5	0.026804	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	6	0.030325	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	7	0.007387	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	8	0.006696	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.7	9	0.019174	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	0	0.031314	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	1	0.039868	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	2	0.048299	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	3	0.048573	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	4	0.030814	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	5	0.058651	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	6	0.048625	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	7	0.053749	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	8	0.037021	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.2	0.9	9	0.045399	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	0	0.029565	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	1	0.046217	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	2	0.033573	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	3	0.055039	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	4	0.026848	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	5	0.041387	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	6	0.045075	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	7	0.030922	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	8	0.038296	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.5	9	0.055638	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	0	0.032229	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	1	0.068138	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	2	0.063012	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	3	0.007701	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	4	0.047121	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	5	0.037227	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	6	0.018795	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	7	0.050964	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	8	0.029360	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.7	9	0.048145	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	0	0.053500	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	1	0.090199	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	2	0.188923	0.000000	8.210000	680	*
50	25	0.4	0.9	3	0.057370	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	4	0.078080	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	5	0.025951	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	6	0.037503	0.004847	0.004847	0	**
50	25	0.4	0.9	7	0.081139	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	8	0.053997	0.000000	0.000000	0	*
50	25	0.4	0.9	9	0.032267	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.1	0.5	0	0.044464	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	1	0.016094	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	2	0.042571	0.003523	0.003523	0	**
50	50	0.1	0.5	3	0.046378	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	4	0.073528	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	5	0.032016	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	6	0.037599	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	7	0.066265	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	8	0.058450	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.5	9	0.007112	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.7	0	0.266633	0.005952	6.250000	1343	**
50	50	0.1	0.7	1	0.165839	0.000000	1.040000	365	*
50	50	0.1	0.7	2	0.101959	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.7	3	0.117068	0.000000	2.030000	145	*
50	50	0.1	0.7	4	0.094687	0.004007	0.004007	0	**
50	50	0.1	0.7	5	0.155388	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.7	6	0.069337	0.002468	0.002468	0	**
50	50	0.1	0.7	7	0.233049	0.005388	6.780000	1077	**
50	50	0.1	0.7	8	0.226341	0.008647	4.180000	1206	**
50	50	0.1	0.7	9	0.062536	0.001280	0.001280	0	**
50	50	0.1	0.9	0	0.606079	0.004118	10.470000	2959	**
50	50	0.1	0.9	1	0.226764	0.000000	5.480000	656	*
50	50	0.1	0.9	2	0.115354	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.1	0.9	3	0.167447	0.005788	0.005788	0	**
50	50	0.1	0.9	4	0.328386	0.007018	1.990000	882	**
50	50	0.1	0.9	5	0.382599	0.000000	4.670000	1420	*
50	50	0.1	0.9	6	0.086676	0.008669	0.008669	0	**
50	50	0.1	0.9	7	0.163767	0.001212	4.130000	424	**
50	50	0.1	0.9	8	0.309933	0.008456	6.670000	1837	**
50	50	0.1	0.9	9	0.185789	0.004349	4.430000	425	**
50	50	0.2	0.5	0	0.051021	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	1	0.060470	0.007269	0.007269	0	**
50	50	0.2	0.5	2	0.066866	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	3	0.110807	0.000000	2.160000	219	*
50	50	0.2	0.5	4	0.064919	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	5	0.099249	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	6	0.162795	0.005611	1.580000	194	**
50	50	0.2	0.5	7	0.070760	0.009701	0.009701	0	**
50	50	0.2	0.5	8	0.056814	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.5	9	0.081172	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.2	0.7	0	0.793625	0.008841	4.140000	4474	**
50	50	0.2	0.7	1	2.073538	0.009992	8.110000	13124	**
50	50	0.2	0.7	2	0.282044	0.000000	3.620000	1284	*
50	50	0.2	0.7	3	0.657179	0.007658	3.630000	3152	**
50	50	0.2	0.7	4	1.491423	0.008698	9.180000	11554	**
50	50	0.2	0.7	5	1.862055	0.008103	6.320000	12140	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	50	0.2	0.7	6	1.756680	0.009250	7.310000	12968	**
50	50	0.2	0.7	7	0.402236	0.009047	6.990000	2013	**
50	50	0.2	0.7	8	0.770603	0.009521	9.440000	7485	**
50	50	0.2	0.7	9	0.411268	0.008079	2.910000	1616	**
50	50	0.2	0.9	0	1.556964	0.009794	10.530000	10976	**
50	50	0.2	0.9	1	3.130746	0.009904	16.650000	18934	**
50	50	0.2	0.9	2	0.465724	0.007138	7.980000	1793	**
50	50	0.2	0.9	3	1.478795	0.007991	9.620000	9232	**
50	50	0.2	0.9	4	1.555255	0.007361	11.420000	11071	**
50	50	0.2	0.9	5	3.038684	0.009888	12.560000	21491	**
50	50	0.2	0.9	6	1.766214	0.007769	11.800000	10214	**
50	50	0.2	0.9	7	2.402155	0.009180	12.580000	11924	**
50	50	0.2	0.9	8	1.794172	0.008647	10.670000	11306	**
50	50	0.2	0.9	9	1.632424	0.009223	12.300000	11180	**
50	50	0.4	0.5	0	0.325033	0.007659	4.270000	1206	**
50	50	0.4	0.5	1	0.090342	0.006903	0.006903	0	**
50	50	0.4	0.5	2	0.049624	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.4	0.5	3	0.657808	0.000000	4.620000	3677	*
50	50	0.4	0.5	4	2.304541	0.008456	7.850000	13790	**
50	50	0.4	0.5	5	0.235946	0.000000	3.040000	604	*
50	50	0.4	0.5	6	0.447554	0.004911	3.270000	1900	**
50	50	0.4	0.5	7	0.082549	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.4	0.5	8	0.091055	0.000000	0.000000	0	*
50	50	0.4	0.5	9	0.799939	0.009074	4.920000	4765	**
50	50	0.4	0.7	0	2.573368	0.008698	8.610000	16400	**
50	50	0.4	0.7	1	6.370386	0.009706	13.740000	35281	**
50	50	0.4	0.7	2	3.266873	0.009634	11.150000	22421	**
50	50	0.4	0.7	3	2.694859	0.009921	8.690000	13913	**
50	50	0.4	0.7	4	2.164404	0.007258	11.100000	12706	**
50	50	0.4	0.7	5	6.948750	0.009382	16.130000	23187	**
50	50	0.4	0.7	6	6.673080	0.009959	7.230000	43945	**
50	50	0.4	0.7	7	9.006582	0.009922	9.810000	50765	**
50	50	0.4	0.7	8	2.771043	0.009006	11.060000	16770	**
50	50	0.4	0.7	9	4.151391	0.009208	15.440000	24132	**
50	50	0.4	0.9	0	2.678867	0.009764	18.440000	12320	**
50	50	0.4	0.9	1	6.460362	0.008854	20.580000	29508	**
50	50	0.4	0.9	2	4.742736	0.009436	18.210000	20882	**
50	50	0.4	0.9	3	3.451792	0.008459	17.450000	17049	**
50	50	0.4	0.9	4	3.008751	0.008358	16.090000	12110	**
50	50	0.4	0.9	5	9.715915	0.009911	22.550000	35664	**
50	50	0.4	0.9	6	7.230878	0.009857	22.120000	38141	**
50	50	0.4	0.9	7	3.531473	0.009146	16.090000	17920	**
50	50	0.4	0.9	8	4.323372	0.007652	16.520000	18821	**
50	50	0.4	0.9	9	4.479562	0.009316	16.180000	20587	**
50	75	0.1	0.5	0	0.875642	0.009130	9.610000	3180	**
50	75	0.1	0.5	1	2.269584	0.009418	6.690000	12254	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	75	0.1	0.5	2	0.507726	0.000000	4.960000	2036	*
50	75	0.1	0.5	3	2.628788	0.009820	5.440000	13202	**
50	75	0.1	0.5	4	1.381708	0.009291	8.070000	7376	**
50	75	0.1	0.5	5	2.067622	0.009866	8.750000	13262	**
50	75	0.1	0.5	6	2.801708	0.008464	11.360000	10076	**
50	75	0.1	0.5	7	0.934187	0.009267	8.250000	5080	**
50	75	0.1	0.5	8	0.611788	0.009019	8.100000	2668	**
50	75	0.1	0.5	9	0.431955	0.009044	3.280000	882	**
50	75	0.1	0.7	0	8.472752	0.009969	19.680000	25392	**
50	75	0.1	0.7	1	6.538529	0.000000	11.910000	31548	*
50	75	0.1	0.7	2	3.768421	0.009745	16.160000	17874	**
50	75	0.1	0.7	3	12.489834	0.009802	11.070000	43775	**
50	75	0.1	0.7	4	17.511441	0.009822	16.710000	56756	**
50	75	0.1	0.7	5	5.443795	0.008643	19.210000	22174	**
50	75	0.1	0.7	6	25.184098	0.009989	19.020000	70382	**
50	75	0.1	0.7	7	16.493478	0.009543	14.180000	49800	**
50	75	0.1	0.7	8	4.377765	0.009272	12.680000	15283	**
50	75	0.1	0.7	9	4.510445	0.009299	17.560000	20629	**
50	75	0.1	0.9	0	7.303384	0.009481	19.220000	20724	**
50	75	0.1	0.9	1	4.038253	0.009501	10.740000	14418	**
50	75	0.1	0.9	2	3.747450	0.009165	13.980000	10917	**
50	75	0.1	0.9	3	15.421917	0.009927	14.490000	44413	**
50	75	0.1	0.9	4	6.992560	0.009690	15.370000	29960	**
50	75	0.1	0.9	5	6.533147	0.009845	17.220000	23275	**
50	75	0.1	0.9	6	14.665976	0.009685	18.480000	43527	**
50	75	0.1	0.9	7	16.702497	0.009895	17.750000	57395	**
50	75	0.1	0.9	8	4.229624	0.008436	12.280000	14276	**
50	75	0.1	0.9	9	7.141126	0.009849	12.950000	20554	**
50	75	0.2	0.5	0	13.141002	0.009736	5.530000	42252	**
50	75	0.2	0.5	1	62.343722	0.009999	9.100000	199901	**
50	75	0.2	0.5	2	2.916057	0.009078	4.210000	12111	**
50	75	0.2	0.5	3	27.680931	0.009893	9.800000	104632	**
50	75	0.2	0.5	4	73.311582	0.009993	12.150000	268091	**
50	75	0.2	0.5	5	38.893907	0.009846	10.950000	135271	**
50	75	0.2	0.5	6	14.609114	0.009823	9.600000	56618	**
50	75	0.2	0.5	7	22.801842	0.009891	8.340000	73022	**
50	75	0.2	0.5	8	4.162352	0.009221	6.850000	14422	**
50	75	0.2	0.5	9	123.694205	0.009990	16.150000	317596	**
50	75	0.2	0.7	0	126.433705	0.009990	16.090000	319137	**
50	75	0.2	0.7	1	242.938948	0.009999	20.970000	645905	**
50	75	0.2	0.7	2	617.326422	0.009987	20.600000	1480577	**
50	75	0.2	0.7	3	103.346060	0.009983	15.380000	267543	**
50	75	0.2	0.7	4	279.681500	0.009990	24.560000	711069	**
50	75	0.2	0.7	5	378.977608	0.009997	23.460000	1130412	**
50	75	0.2	0.7	6	17.335759	0.009793	19.190000	56956	**
50	75	0.2	0.7	7	196.482761	0.009961	24.780000	426041	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	75	0.2	0.7	8	30.652112	0.009879	15.230000	87491	**
50	75	0.2	0.7	9	830.675054	0.009985	24.460000	1413318	**
50	75	0.2	0.9	0	103.035643	0.009915	22.760000	199739	**
50	75	0.2	0.9	1	258.644310	0.009961	25.220000	639770	**
50	75	0.2	0.9	2	217.842108	0.009981	23.480000	569647	**
50	75	0.2	0.9	3	389.021426	0.009960	27.500000	840920	**
50	75	0.2	0.9	4	112.351035	0.009997	23.280000	263974	**
50	75	0.2	0.9	5	275.419904	0.009940	28.990000	636399	**
50	75	0.2	0.9	6	17.437652	0.009737	19.060000	59855	**
50	75	0.2	0.9	7	297.872499	0.009998	34.850000	633563	**
50	75	0.2	0.9	8	41.811250	0.009964	21.250000	132818	**
50	75	0.2	0.9	9	1069.131660	0.009998	32.230000	2007826	**
50	75	0.4	0.5	0	28.069453	0.009622	10.360000	63447	**
50	75	0.4	0.5	1	113.179918	0.009979	10.870000	304301	**
50	75	0.4	0.5	2	12.818407	0.009881	5.990000	41567	**
50	75	0.4	0.5	3	66.282498	0.009882	8.580000	166565	**
50	75	0.4	0.5	4	16.639871	0.009716	8.030000	55822	**
50	75	0.4	0.5	5	21.411189	0.009827	9.930000	57824	**
50	75	0.4	0.5	6	13.233221	0.009848	5.700000	37139	**
50	75	0.4	0.5	7	47.995902	0.009951	8.370000	118038	**
50	75	0.4	0.5	8	89.246675	0.009917	10.720000	301799	**
50	75	0.4	0.5	9	108.832345	0.009983	9.960000	300596	**
50	75	0.4	0.7	0	1303.195285	0.009994	25.070000	2290105	**
50	75	0.4	0.7	1	986.600283	0.010000	21.820000	1605420	**
50	75	0.4	0.7	2	188.521170	0.009998	17.590000	390920	**
50	75	0.4	0.7	3	250.922286	0.009955	17.330000	607240	**
50	75	0.4	0.7	4	97.906600	0.009883	21.090000	138390	**
50	75	0.4	0.7	5	492.981834	0.009954	26.030000	909769	**
50	75	0.4	0.7	6	430.040828	0.009992	18.190000	1062658	**
50	75	0.4	0.7	7	264.559974	0.009972	22.520000	566843	**
50	75	0.4	0.7	8	511.124246	0.009996	16.940000	1101710	**
50	75	0.4	0.7	9	864.000403	0.009994	14.870000	1836197	**
50	75	0.4	0.9	0	1555.485794	0.009999	33.680000	2699044	**
50	75	0.4	0.9	1	668.227472	0.009994	29.340000	1049501	**
50	75	0.4	0.9	2	130.879726	0.009953	20.800000	238211	**
50	75	0.4	0.9	3	154.677133	0.009963	26.430000	280357	**
50	75	0.4	0.9	4	67.272115	0.009963	30.090000	128210	**
50	75	0.4	0.9	5	280.976398	0.009910	30.360000	526844	**
50	75	0.4	0.9	6	195.513356	0.009982	28.000000	313990	**
50	75	0.4	0.9	7	258.122977	0.010000	39.930000	495631	**
50	75	0.4	0.9	8	360.266311	0.009988	29.910000	696447	**
50	75	0.4	0.9	9	554.927971	0.009994	29.480000	1014937	**
50	100	0.1	0.5	0	13.808743	0.009628	12.040000	36143	**
50	100	0.1	0.5	1	191.559012	0.009940	15.480000	494293	**
50	100	0.1	0.5	2	33.657668	0.009932	10.990000	97608	**
50	100	0.1	0.5	3	7.528975	0.009336	13.270000	20876	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.1	0.5	4	40.762155	0.009975	15.920000	128323	**
50	100	0.1	0.5	5	219.619385	0.009985	15.890000	517732	**
50	100	0.1	0.5	6	19.388288	0.009875	12.320000	50585	**
50	100	0.1	0.5	7	65.989662	0.009847	21.280000	151363	**
50	100	0.1	0.5	8	116.748140	0.009877	18.500000	298146	**
50	100	0.1	0.5	9	361.374333	0.009996	19.510000	732164	**
50	100	0.1	0.7	0	190.287508	0.009983	21.120000	430836	**
50	100	0.1	0.7	1	431.214736	0.009989	22.680000	877130	**
50	100	0.1	0.7	2	259.823489	0.009985	23.120000	496979	**
50	100	0.1	0.7	3	126.090867	0.009978	21.400000	238509	**
50	100	0.1	0.7	4	469.335740	0.009988	22.600000	1204533	**
50	100	0.1	0.7	5	2024.936129	0.009994	22.800000	3560274	**
50	100	0.1	0.7	6	140.156316	0.009928	20.720000	405365	**
50	100	0.1	0.7	7	253.031631	0.009972	20.070000	597906	**
50	100	0.1	0.7	8	367.192918	0.009986	23.970000	873572	**
50	100	0.1	0.7	9	130.266459	0.009964	20.490000	352674	**
50	100	0.1	0.9	0	333.625355	0.009995	22.120000	718769	**
50	100	0.1	0.9	1	819.294792	0.009972	28.580000	1405931	**
50	100	0.1	0.9	2	222.533472	0.009978	30.370000	362112	**
50	100	0.1	0.9	3	91.062027	0.009816	23.440000	180802	**
50	100	0.1	0.9	4	279.924192	0.009987	21.600000	558531	**
50	100	0.1	0.9	5	455.995650	0.009970	23.960000	959616	**
50	100	0.1	0.9	6	543.073265	0.009999	22.940000	1052518	**
50	100	0.1	0.9	7	96.654056	0.009966	21.610000	173733	**
50	100	0.1	0.9	8	523.960564	0.009996	23.910000	940881	**
50	100	0.1	0.9	9	349.353583	0.009997	22.530000	767713	**
50	100	0.2	0.5	0	9003.711178	2.878851	19.020000	4854049	tl
50	100	0.2	0.5	1	3544.219439	0.010000	12.660000	7978487	**
50	100	0.2	0.5	2	357.428522	0.010000	16.220000	821449	**
50	100	0.2	0.5	3	2324.231857	0.009995	17.470000	3319067	**
50	100	0.2	0.5	4	164.396951	0.009957	10.030000	581306	**
50	100	0.2	0.5	5	318.553682	0.009990	14.360000	717683	**
50	100	0.2	0.5	6	528.305713	0.009999	14.070000	1154106	**
50	100	0.2	0.5	7	1117.708028	0.010000	18.800000	1871398	**
50	100	0.2	0.5	8	6620.487565	0.010000	14.130000	10066510	**
50	100	0.2	0.5	9	1544.155179	0.009993	16.520000	2853149	**
50	100	0.2	0.7	0	9002.180312	3.373343	23.150000	4845339	tl
50	100	0.2	0.7	1	9005.137846	7.558943	29.410000	3743299	tl
50	100	0.2	0.7	2	5260.751052	0.009994	27.310000	5253435	**
50	100	0.2	0.7	3	9002.093351	1.171534	26.560000	7340888	tl
50	100	0.2	0.7	4	1914.222566	0.009994	21.920000	3351605	**
50	100	0.2	0.7	5	9003.107849	3.450591	26.850000	4833051	tl
50	100	0.2	0.7	6	2508.399126	0.009996	25.870000	3760156	**
50	100	0.2	0.7	7	3684.490592	0.009996	31.780000	4284204	**
50	100	0.2	0.7	8	9006.582602	3.804043	31.870000	4730424	tl
50	100	0.2	0.7	9	9004.279499	2.947470	28.430000	5042089	tl

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
50	100	0.2	0.9	0	3313.728100	0.009997	32.760000	5446575	**
50	100	0.2	0.9	1	9005.799146	7.795865	37.470000	4603066	tl
50	100	0.2	0.9	2	3247.730045	0.009998	35.120000	3711131	**
50	100	0.2	0.9	3	8163.375157	0.010000	39.690000	8207543	**
50	100	0.2	0.9	4	1119.418048	0.009998	26.790000	1934533	**
50	100	0.2	0.9	5	9002.967845	2.684889	35.570000	5295693	tl
50	100	0.2	0.9	6	2771.065150	0.009997	34.440000	2949104	**
50	100	0.2	0.9	7	1288.384613	0.009990	35.550000	1213445	**
50	100	0.2	0.9	8	9003.469466	4.301888	32.590000	4792426	tl
50	100	0.2	0.9	9	9003.683856	4.792483	40.210000	4852720	tl
50	100	0.4	0.5	0	122.714504	0.009993	7.700000	313556	**
50	100	0.4	0.5	1	1282.162671	0.009999	14.100000	2254947	**
50	100	0.4	0.5	2	683.315137	0.009998	14.550000	1331321	**
50	100	0.4	0.5	3	5357.596143	0.010000	13.750000	8672186	**
50	100	0.4	0.5	4	1139.931427	0.009997	12.940000	2382416	**
50	100	0.4	0.5	5	577.049810	0.009999	7.720000	2251327	**
50	100	0.4	0.5	6	919.659848	0.009995	11.600000	1686454	**
50	100	0.4	0.5	7	9003.354821	1.460471	12.970000	8320771	tl
50	100	0.4	0.5	8	1602.528161	0.009996	11.000000	3206756	**
50	100	0.4	0.5	9	292.610130	0.009983	17.490000	591548	**
50	100	0.4	0.7	0	2876.693185	0.010000	23.480000	2612710	**
50	100	0.4	0.7	1	9002.026346	1.627926	28.680000	5171468	tl
50	100	0.4	0.7	2	9007.034796	4.751318	27.790000	3785371	tl
50	100	0.4	0.7	3	9003.369596	2.256290	22.940000	5594373	tl
50	100	0.4	0.7	4	9002.541400	2.204609	23.200000	4731375	tl
50	100	0.4	0.7	5	9004.854765	1.391952	14.800000	8107376	tl
50	100	0.4	0.7	6	9004.827229	5.442029	31.810000	3219716	tl
50	100	0.4	0.7	7	9004.288127	4.124864	22.840000	4220684	tl
50	100	0.4	0.7	8	8193.893257	0.010000	22.240000	6718969	**
50	100	0.4	0.7	9	9003.272679	3.939736	28.760000	3832934	tl
50	100	0.4	0.9	0	2334.953406	0.009994	24.550000	2416145	**
50	100	0.4	0.9	1	9003.534934	2.866529	30.070000	5365104	tl
50	100	0.4	0.9	2	9005.846270	5.628207	38.710000	4095252	tl
50	100	0.4	0.9	3	5642.987490	0.010000	39.270000	5281061	**
50	100	0.4	0.9	4	9003.899929	2.474100	34.570000	5302563	tl
50	100	0.4	0.9	5	9000.012567	0.599578	31.220000	7020890	tl
50	100	0.4	0.9	6	9002.016271	5.269817	34.610000	3707080	tl
50	100	0.4	0.9	7	9005.570363	3.825226	31.550000	4703181	tl
50	100	0.4	0.9	8	8523.575157	0.009997	29.490000	7246535	**
50	100	0.4	0.9	9	9003.200132	3.668982	42.290000	4836332	tl
75	25	0.1	0.5	0	0.077799	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	1	0.006912	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	2	0.055904	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	3	0.154666	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	4	0.008098	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	5	0.180559	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.1	0.5	6	0.153028	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	7	0.221713	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	8	0.062036	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.5	9	0.006275	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	0	0.172298	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	1	0.005922	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	2	0.124171	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	3	0.051879	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	4	0.190043	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	5	0.059178	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	6	0.005293	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	7	0.006746	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	8	0.005216	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.7	9	0.006035	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	0	0.004894	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	1	0.101853	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	2	0.005275	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	3	0.023550	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	4	0.006041	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	5	0.152699	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	6	0.005479	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	7	0.067611	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	8	0.004843	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.1	0.9	9	0.111580	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	0	0.128599	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	1	0.088813	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	2	0.058947	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	3	0.051287	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	4	0.071683	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	5	0.113359	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	6	0.080004	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	7	0.059665	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	8	0.133048	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.5	9	0.050026	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	0	0.058986	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	1	0.127211	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	2	0.040491	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	3	0.153922	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	4	0.046255	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	5	0.056121	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	6	0.095112	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	7	0.065485	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	8	0.052593	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.7	9	0.141478	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	0	0.065188	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	1	0.071294	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	25	0.2	0.9	2	0.042043	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	3	0.041431	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	4	0.035998	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	5	0.043718	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	6	0.061145	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	7	0.007705	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	8	0.052493	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.2	0.9	9	0.008556	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	0	0.047169	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	1	0.075034	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	2	0.131392	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	3	0.076929	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	4	0.074211	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	5	0.049572	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	6	0.056463	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	7	0.150083	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	8	0.060216	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.5	9	0.053115	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	0	0.060182	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	1	0.147146	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	2	0.060122	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	3	0.093126	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	4	0.062495	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	5	0.055080	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	6	0.066896	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	7	0.137074	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.7	8	0.089013	0.004291	0.004291	0	**
75	25	0.4	0.7	9	0.009832	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	0	0.111309	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	1	0.100139	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	2	0.066873	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	3	0.049858	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	4	0.044751	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	5	0.077123	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	6	0.050503	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	7	0.066786	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	8	0.047508	0.000000	0.000000	0	*
75	25	0.4	0.9	9	0.041258	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	0	0.008903	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	1	0.083354	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	2	0.072157	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	3	0.074372	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	4	0.059991	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	5	0.119265	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	6	0.140789	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	7	0.044910	0.000000	0.000000	0	*

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.1	0.5	8	0.093505	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.5	9	0.085519	0.004590	0.004590	0	**
75	50	0.1	0.7	0	0.452592	0.007455	3.450000	893	**
75	50	0.1	0.7	1	0.408792	0.000000	1.410000	361	*
75	50	0.1	0.7	2	0.088584	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	3	0.010008	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	4	0.432040	0.004690	4.430000	922	**
75	50	0.1	0.7	5	0.155479	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	6	0.098454	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	7	0.133454	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	8	0.098819	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.7	9	0.148473	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.9	0	1.440284	0.007249	9.740000	6164	**
75	50	0.1	0.9	1	0.611361	0.007325	4.340000	952	**
75	50	0.1	0.9	2	0.402213	0.000067	1.430000	835	**
75	50	0.1	0.9	3	0.431645	0.007923	1.080000	523	**
75	50	0.1	0.9	4	0.705295	0.004926	9.840000	1899	**
75	50	0.1	0.9	5	1.065228	0.008150	5.120000	3298	**
75	50	0.1	0.9	6	0.403627	0.009082	3.300000	438	**
75	50	0.1	0.9	7	0.144550	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.1	0.9	8	0.420637	0.000000	0.720000	498	*
75	50	0.1	0.9	9	0.761144	0.009912	8.950000	3048	**
75	50	0.2	0.5	0	0.101697	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	1	0.084058	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	2	0.398719	0.007247	2.400000	91	**
75	50	0.2	0.5	3	0.339366	0.005902	3.230000	85	**
75	50	0.2	0.5	4	0.144460	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	5	0.123688	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	6	0.126575	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	7	0.133216	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	8	0.117116	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.5	9	0.119869	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	0	0.117843	0.006188	0.006188	0	**
75	50	0.2	0.7	1	0.180155	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	2	0.398564	0.005316	2.840000	311	**
75	50	0.2	0.7	3	0.488256	0.007008	1.520000	219	**
75	50	0.2	0.7	4	0.225919	0.008349	0.008349	0	**
75	50	0.2	0.7	5	0.146155	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	6	0.146140	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	7	0.128844	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	8	0.217368	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.2	0.7	9	0.751452	0.005796	2.840000	1186	**
75	50	0.2	0.9	0	1.498277	0.009654	7.330000	6399	**
75	50	0.2	0.9	1	1.692841	0.008693	8.180000	6855	**
75	50	0.2	0.9	2	3.062186	0.009759	8.860000	14610	**
75	50	0.2	0.9	3	3.455340	0.009971	7.860000	11634	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	50	0.2	0.9	4	3.528714	0.009877	10.790000	15199	**
75	50	0.2	0.9	5	1.396408	0.009643	7.640000	7295	**
75	50	0.2	0.9	6	1.143543	0.007585	5.820000	4684	**
75	50	0.2	0.9	7	0.593944	0.006710	3.020000	1580	**
75	50	0.2	0.9	8	20.310097	0.009803	9.200000	42387	**
75	50	0.2	0.9	9	3.056740	0.007319	10.710000	14946	**
75	50	0.4	0.5	0	0.170095	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	1	0.125132	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	2	0.069650	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	3	0.105183	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	4	0.098240	0.005685	0.005685	0	**
75	50	0.4	0.5	5	0.149291	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	6	0.151897	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	7	0.148930	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	8	0.142277	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.5	9	0.207054	0.000000	0.000000	0	*
75	50	0.4	0.7	0	34.539636	0.009920	8.780000	128486	**
75	50	0.4	0.7	1	0.715170	0.003949	1.400000	801	**
75	50	0.4	0.7	2	1.397347	0.006164	2.620000	4707	**
75	50	0.4	0.7	3	0.860686	0.000000	4.690000	1450	*
75	50	0.4	0.7	4	3.829374	0.009205	3.670000	14002	**
75	50	0.4	0.7	5	0.559542	0.004078	4.960000	1400	**
75	50	0.4	0.7	6	2.157176	0.009285	4.040000	7511	**
75	50	0.4	0.7	7	4.268648	0.008791	4.560000	13485	**
75	50	0.4	0.7	8	4.196049	0.009415	6.400000	12148	**
75	50	0.4	0.7	9	4.641967	0.009615	5.340000	13891	**
75	50	0.4	0.9	0	23.663089	0.009956	16.410000	72925	**
75	50	0.4	0.9	1	2.193725	0.009736	17.950000	7634	**
75	50	0.4	0.9	2	6.357932	0.009760	14.580000	20624	**
75	50	0.4	0.9	3	6.543823	0.009614	12.290000	24974	**
75	50	0.4	0.9	4	15.788437	0.009033	17.230000	40150	**
75	50	0.4	0.9	5	6.862842	0.007317	15.140000	23420	**
75	50	0.4	0.9	6	15.160430	0.009296	17.440000	41265	**
75	50	0.4	0.9	7	6.786259	0.008403	15.470000	24258	**
75	50	0.4	0.9	8	8.602929	0.009204	16.240000	24362	**
75	50	0.4	0.9	9	4.952243	0.009474	9.660000	17041	**
75	75	0.1	0.5	0	0.128099	0.000000	0.000000	0	*
75	75	0.1	0.5	1	0.226702	0.008960	0.008960	0	**
75	75	0.1	0.5	2	1.442509	0.008140	4.900000	2617	**
75	75	0.1	0.5	3	0.528973	0.000000	0.400000	25	*
75	75	0.1	0.5	4	0.424834	0.006760	1.450000	292	**
75	75	0.1	0.5	5	0.164971	0.008087	0.008087	0	**
75	75	0.1	0.5	6	0.534227	0.000000	2.630000	136	*
75	75	0.1	0.5	7	0.215384	0.005140	0.005140	0	**
75	75	0.1	0.5	8	0.186338	0.009074	0.009074	0	**
75	75	0.1	0.5	9	0.282529	0.008679	0.008679	0	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	75	0.1	0.7	0	26.875825	0.009760	9.260000	51485	**
75	75	0.1	0.7	1	34.610297	0.009991	9.580000	76414	**
75	75	0.1	0.7	2	27.004054	0.009677	14.420000	45014	**
75	75	0.1	0.7	3	1.800401	0.009269	6.220000	5850	**
75	75	0.1	0.7	4	4.374947	0.009990	5.880000	14147	**
75	75	0.1	0.7	5	2.082154	0.009409	5.170000	7718	**
75	75	0.1	0.7	6	6.972155	0.009789	11.510000	18480	**
75	75	0.1	0.7	7	3.585631	0.009914	7.920000	11021	**
75	75	0.1	0.7	8	30.488357	0.009860	8.730000	66132	**
75	75	0.1	0.7	9	2.199742	0.009583	4.940000	5691	**
75	75	0.1	0.9	0	160.898088	0.009974	17.150000	389091	**
75	75	0.1	0.9	1	164.438187	0.009995	16.450000	374414	**
75	75	0.1	0.9	2	86.763088	0.010000	18.030000	207345	**
75	75	0.1	0.9	3	14.743525	0.009980	13.780000	33313	**
75	75	0.1	0.9	4	14.847354	0.009898	10.860000	35127	**
75	75	0.1	0.9	5	7.779891	0.009702	9.280000	26601	**
75	75	0.1	0.9	6	41.552891	0.009932	14.570000	108674	**
75	75	0.1	0.9	7	18.677475	0.009994	13.600000	36957	**
75	75	0.1	0.9	8	73.357626	0.009990	15.550000	166739	**
75	75	0.1	0.9	9	9.309133	0.009951	11.620000	23390	**
75	75	0.2	0.5	0	0.877963	0.000000	2.300000	929	*
75	75	0.2	0.5	1	1.182853	0.009575	2.810000	1493	**
75	75	0.2	0.5	2	2.168182	0.008171	4.970000	3412	**
75	75	0.2	0.5	3	0.687773	0.008905	1.290000	258	**
75	75	0.2	0.5	4	0.797312	0.009232	2.750000	974	**
75	75	0.2	0.5	5	2.253587	0.009042	4.200000	4238	**
75	75	0.2	0.5	6	0.832525	0.005967	4.040000	923	**
75	75	0.2	0.5	7	0.551730	0.000000	0.980000	368	*
75	75	0.2	0.5	8	0.537314	0.008722	2.990000	501	**
75	75	0.2	0.5	9	7.568017	0.009063	5.870000	17404	**
75	75	0.2	0.7	0	137.570782	0.009971	9.700000	333323	**
75	75	0.2	0.7	1	859.640137	0.009996	17.740000	1464811	**
75	75	0.2	0.7	2	904.331687	0.010000	13.260000	2131305	**
75	75	0.2	0.7	3	136.533146	0.009955	12.480000	442323	**
75	75	0.2	0.7	4	117.566238	0.009978	9.990000	280795	**
75	75	0.2	0.7	5	154.276014	0.009975	11.750000	364304	**
75	75	0.2	0.7	6	210.358333	0.009986	9.290000	574444	**
75	75	0.2	0.7	7	97.878419	0.009973	8.330000	316110	**
75	75	0.2	0.7	8	93.843694	0.009986	5.280000	267696	**
75	75	0.2	0.7	9	160.249294	0.009932	11.460000	351076	**
75	75	0.2	0.9	0	514.771305	0.009970	18.180000	849594	**
75	75	0.2	0.9	1	1402.016285	0.009999	23.050000	2531306	**
75	75	0.2	0.9	2	1620.612937	0.009999	21.290000	3082151	**
75	75	0.2	0.9	3	774.360885	0.009996	17.990000	1882034	**
75	75	0.2	0.9	4	230.439589	0.009975	19.260000	404118	**
75	75	0.2	0.9	5	333.984800	0.009986	15.970000	583541	**

Continua na próxima página.

n	m	d	t	i	Tempo (s)	Gap (%)	Gap Raiz (%)	# Nós	Status
75	75	0.2	0.9	6	2747.383252	0.009997	17.860000	4506628	**
75	75	0.2	0.9	7	523.824178	0.009978	18.260000	875829	**
75	75	0.2	0.9	8	1527.660278	0.009988	17.770000	2011191	**
75	75	0.2	0.9	9	240.554262	0.009999	17.790000	498402	**
75	75	0.4	0.5	0	7.054276	0.009914	3.850000	19281	**
75	75	0.4	0.5	1	7.625459	0.009800	2.760000	24685	**
75	75	0.4	0.5	2	0.235914	0.003777	0.003777	0	**
75	75	0.4	0.5	3	6.938398	0.009682	3.560000	19557	**
75	75	0.4	0.5	4	5.539431	0.009693	4.280000	13250	**
75	75	0.4	0.5	5	5.395951	0.008181	3.560000	13496	**
75	75	0.4	0.5	6	8.949118	0.009998	3.460000	31724	**
75	75	0.4	0.5	7	1.798570	0.009745	3.480000	4866	**
75	75	0.4	0.5	8	7.159831	0.009773	3.700000	22466	**
75	75	0.4	0.5	9	21.007151	0.009847	5.460000	59591	**
75	75	0.4	0.7	0	275.534644	0.009980	19.090000	470170	**
75	75	0.4	0.7	1	7146.578697	0.009999	16.410000	7410781	**
75	75	0.4	0.7	2	290.393709	0.009979	11.240000	618407	**
75	75	0.4	0.7	3	3617.519650	0.009999	11.180000	6642582	**
75	75	0.4	0.7	4	105.619319	0.009979	10.980000	241507	**
75	75	0.4	0.7	5	223.539676	0.009978	13.690000	429660	**
75	75	0.4	0.7	6	1700.917529	0.009996	15.810000	3511313	**
75	75	0.4	0.7	7	638.298214	0.009986	11.190000	1094638	**
75	75	0.4	0.7	8	517.209685	0.009995	15.840000	910967	**
75	75	0.4	0.7	9	1760.252379	0.009999	23.390000	2527810	**
75	75	0.4	0.9	0	620.134519	0.009936	21.690000	763204	**
75	75	0.4	0.9	1	6583.138209	0.009996	31.220000	8608675	**
75	75	0.4	0.9	2	1040.088647	0.009999	20.960000	1428058	**
75	75	0.4	0.9	3	1382.197592	0.009999	24.120000	2582980	**
75	75	0.4	0.9	4	138.370500	0.009956	24.200000	186077	**
75	75	0.4	0.9	5	372.870593	0.009994	28.930000	488351	**
75	75	0.4	0.9	6	1161.478490	0.009991	24.740000	1763291	**
75	75	0.4	0.9	7	757.009143	0.009961	24.650000	1261255	**
75	75	0.4	0.9	8	1874.289250	0.009994	23.880000	2599527	**
75	75	0.4	0.9	9	3646.050460	0.009987	29.240000	3974066	**
Média					0.8699660301	0.008404284219	8.23	4240	