Tiago Gomes Cabana

Modelos Estocásticos para Cálculo de Ofertas Estratégicas em Mercados do Tipo *Pool* de Energia

Relatório do Projeto de Pesquisa
Pós-doutorando: Tiago Gomes Cabana
Supervisor: Prof. Dr. Leonardo Nepomuceno

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Faculdade de Engenharia – FEB

Brasil

2026

Sumário

1 INTRODUÇÃO 5
1.1 Mercados de Energia 5

2 OBJETIVOS 10
2.1 Objetivo Geral 10
2.2 Objetivos Específicos 10

3 MODELOS PROPOSTOS 11
3.1 Cálculo de Ofertas Estratégicas com Curva Cota-Preço Estocástica 13
3.2 Cálculo de Ofertas Estratégicas com Autoprodução Estocástico . . . 18

4 METODOLOGIA 22
4.1 Base de Dados e Representação Estocástica 22
4.2 Abordagens de Otimização e Formulação do Despacho 22
4.3 Casos de Teste 23
4.4 Análise de Sensibilidade da Matriz de Ordenação e Partição de Blocos 23
4.4.1 Critérios de Ordenação Matemática 23
4.4.2 Níveis de Partição (Discretização da Oferta) 24
4.5 Dados das unidades termelétricas 24

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 26

6 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS 30

7 COMENTÁRIOS DO SUPERVISOR 32

8 CONCLUSÕES 34

REFERÊNCIAS 36

APÊNDICE A – DADOS DAS UNIDADES TERMELÉTRICAS . . 39

APÊNDICE B – DADOS DE COTA ÓTIMA E PREÇOS ESTIMADOS 41
B.1 Resultados do caso Puramente Econômico - COE AP-EST 42
B.2 Resultados do caso Puramente Econômico - COE CCP-EST 45
B.3 Resultados do caso Térmico - COE AP-EST 74
B.4 Resultados do caso Térmico - COE CCP-EST 74

ANEXO A – COMPROVANTE DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS 106

Resumo

Este trabalho apresenta a modelagem e a análise comparativa de dois modelos de Cálculo de Ofertas Estratégicas (COE) de uma Companhia Geradora *Price-Maker* (CGPM) em mercados de energia do dia seguinte, em que as incertezas são tratadas com programação estocástica em momentos distintos, seja na construção da curva cota-preço ou seja no modelo de autoprodução. Para validar as formulações propostas, foram realizados 64 testes computacionais considerando casos do mercado do tipo *pool* puramente econômicos e cenários que incorporam restrições físicas e operativas de unidades termelétricas. Também é analisada a sensibilidade da Matriz de Ordenação dos Blocos, utilizada no modelo de construção das curvas cota-preço, variando-se a partição dos blocos de oferta em até quatro partes (P_1 a P_4) e aplicando-se quatro lógicas de ordenação de lances (O_1 a O_4). Os resultados indicam que o aumento do particionamento dos blocos eleva sistematicamente o lucro da geradora, sendo a configuração com blocos subdivididos em quatro partes com ordenação por potência decrescente (P_4O_4) a mais eficiente. O modelo COE CCP-EST superou consistentemente o modelo COE AP-EST em todas as análises realizadas, obtendo lucros de R$ 613.923,63 (vantagem de 1,89%) no caso econômico e de R$ 640.467,50 (vantagem de 2,32%) no caso térmico. Adicionalmente, verificou-se que o modelo COE CCP-EST atinge maior receita estimando preços de equilíbrio de mercado mais elevados e determinando uma cota ótima de despacho ligeiramente menor do que o modelo COE AP-EST.

Palavras-chave: Cálculo de Ofertas Estratégicas. Curvas Cota-Preço. Companhia Geradora *Price-Maker*. Otimização Estocástica.

1 Introdução

1.1 Mercados de Energia

Atualmente, a estrutura da comercialização de energia elétrica estabelece-se, principalmente, sob duas modalidades de organização. A primeira consiste nos mercados não organizados, nos quais as negociações ocorrem de forma direta, entre geradores e consumidores, através de contratos bilaterais. A segunda compreende os mercados organizados, caracterizados pela presença de um Operador de Mercado (OM), responsável pela organização das transações (CONEJO; CARRIóN; MORALES, 2010). No cenário brasileiro, essas duas abordagens correspondem, respectivamente, ao Ambiente de Contratação Livre (ACL) e ao Ambiente de Contratação Regulada (ACR) (TAKIGAWA et al., 2020).

No contexto dos mercados organizados, a adoção de leilões de energia é uma estrutura presente em diversos países europeus e estados norte-americanos. A dinâmica desses leilões baseia-se no envio de lances de compra de blocos de energia, na estrutura preço/potência($/MWh), por parte dos consumidores, e de ofertas de venda de blocos de energia, por parte dos geradores, também na estrutura preço/potência($/MWh). Essas informações são compiladas pelo OM, que utiliza o chamado Procedimento de Equilíbrio de Mercado (PEM), modelo matemático que determina o despacho das usinas e o preço de equilíbrio de mercado (preço de comercialização da energia) (CONEJO; BARINGO, 2017; CONEJO; CARRIóN; MORALES, 2010).

Enquanto o OM gerencia o âmbito econômico, a integridade física, a segurança e a confiabilidade da rede elétrica ficam a cargo do Operador do Sistema (OS). Vale destacar que, em determinados mercados, as funções econômicas e técnicas são fundidas e executadas por uma única instituição, designada como Operador Independente do Sistema (OIS) (KARDAKOS; SIMOGLOU; BAKIRTZIS, 2013).

Além da sua organização estrutural, os mercados elétricos são tipificados pelo horizonte temporal das operações. Contratos de longo prazo são transacionados em mercados futuros, ao passo que as operações de curto prazo se estruturam no formato *pool*. Os algoritmos de PEM que regem os mercados *pool* possuem abordagens distintas quanto às limitações da geração de energia: existem arranjos que inserem as restrições físicas e operacionais das unidades geradoras diretamente no modelo de otimização do leilão (SANTOS et al., 2020), ao passo que outros realizam o tratamento dessas restrições apenas em fases posteriores ao fechamento do mercado (PXS, 2020).

A literatura clássica divide o ambiente *pool* em três categorias (CONEJO; CARRIóN; MORALES, 2010):

- **Mercado do dia seguinte (*day-ahead*):** realiza o fechamento de mercado para intervalos horários (24 horas) do dia subsequente. Este mercado é o escopo central de análise desta pesquisa;
- **Mercado de ajustes:** atua de maneira análoga ao mercado do dia seguinte, porém em janelas temporais mais restritas (4 a 6 horas), permitindo ajustes dos despachos para lidar com situações imprevistas na demanda;
- **Mercado de balanço (tempo real):** tem como propósito a correção final e imediata das diferenças entre o volume de energia previamente contratado e o montante efetivamente gerado ou consumido.

A dinâmica nesse ambiente é ditada pela interação entre três agentes centrais. O OM busca, por meio de seus algoritmos, a maximização do bem-estar social. Em contrapartida, os consumidores e as empresas geradoras atuam de forma independente visando a maximização de lucros. Sob a ótica da geração, as empresas diferem conforme seu poder de mercado: as Companhias Geradoras *Price-Maker* (CGPM) que possuem poder de mercado, podendo alterar o preço de equilíbrio devido à sua grande participação no sistema, enquanto as Companhias Geradoras *Price-Taker* (CGPT) absorvem os preços ditados pelo mercado, sem capacidade de influenciá-los.

A complexidade inerente à participação no mercado do dia seguinte exige que geradores e consumidores desenvolvam estratégias de negociação. Para as empresas geradoras sem poder de mercado (CGPTs), a otimização de lucros traduz-se no problema de Cálculo de Ofertas (CO), enquanto para os agentes com poder de influência nos preços (CGPMs), o problema é chamado Cálculo de Ofertas Estratégicas (COE) (STEEGER; BARROSO; REBENNACK, 2014). Esta pesquisa de pós-doutorado é focada no problema de COE.

O problema de cálculo de ofertas, seja estratégicas ou não está ligado diretamente ao modelo de Autoprodução (AP). O propósito deste modelo matemático consiste em determinar o despacho ideal das unidades geradoras, pertencentes à companhia geradora, visando a maximização do seu lucro líquido diário e respeitando as suas restrições operativas físicas e regulatórias.

A formulação matemática genérica do problema clássico de AP é expressa por (1.1):

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} \left(p_{ti}^{G} \lambda_{t}^{M} - c_i \left(p_{ti}^{G} \right) \right) \\ \text{s.a:} \quad & \\ & p_{ti}^{G} \in \Pi_{ti}, \quad \forall i \in I, \forall t \in T. \end{aligned} \tag{1.1}$$

Nesta formulação a função objetivo representa a maximização do lucro diário da companhia, em que o primeiro termo, composto pelo produto da potência despachada p_{ti}^{G}

pelo preço de mercado λ_t^M, quantifica a receita bruta obtida pela unidade i no período t. O segundo termo, $c_i(p_{ti}^G)$, define os custos operativos de produção, sendo estes uma função da geração. A restrição desse modelo determina que os geradores devem respeitar um conjunto de restrições referente a uma região factível (Π_{ti}). Para centrais térmicas, o conjunto Π_{ti} engloba restrições de limites de geração, rampas de tomada e alívio de carga, tempos mínimos de ligação e parada (ARROYO; CONEJO, 2002). No caso de sistemas com ativos hidrelétricos, a região incorpora restrições hidráulicas acopladas, tais como balanço hídrico de reservatórios e limites de vazão (PEREIRA et al., 2017).

A principal limitação prática da formulação direta apresentada em (1.1) reside no fato de que os preços de equilíbrio de mercado, denotados por λ_t^M, são variáveis desconhecidas no momento em que as ofertas de despacho da companhia necessitam ser determinadas. Estabelece-se assim um ciclo de interdependência decisória: para calcular a geração e determinar os blocos de ofertas que serão submetidos no leilão, a companhia geradora necessita do valor dos preços de mercado, contudo, estes preços só são definitivamente calculados pelo operador após o processamento de todos os blocos de ofertas e lances submetidos ao leilão. A metodologia empregada para resolver este paradoxo varia de acordo com o tipo de companhia (CABANA, 2023).

As CGPTs podem, a partir de um banco de dados histórico de leilões passados, utilizar técnicas de séries temporais, função de densidade de probabilidade ou redes neurais para realizar uma previsão determinística dos preços horários futuros (λ_t^M) (CONEJO; NOGALES; ARROYO, 2002; NOGALES et al., 2002; SZKUTA; SANABRIA; DILLON, 1999). Utilizando o mesmo banco de dados, a CGPT pode utilizar um modelo de AP estocástico, tratando os preços anteriores como cenários pertencentes a um conjunto Ω, sendo cada cenário possuindo sua probabilidade π_ω (BARINGO; BARINGO; ARROYO, 2019). A estrutura deste modelo estocástico é apresentada a seguir em (1.2):

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{i\in I}\sum_{t\in T}\sum_{\omega\in\Omega} \pi_\omega \left(p_{ti\omega}^{G\Omega}\lambda_{t\omega}^M - c_{ti\omega}\left(p_{ti\omega}^{G\Omega}\right)\right) \\ \text{s.a:} \quad & \\ & p_{ti\omega}^{G\Omega} \in \Pi_{ti}, \forall i \in I, \forall t \in T, \forall \omega \in \Omega \\ & p_{ti}^G = \sum_{\omega\in\Omega} \pi_\omega p_{ti\omega}^{G\Omega}, \forall i \in I, \forall t \in T. \end{aligned} \tag{1.2}$$

Para as CGPMs, a formulação do problema de Cálculo de Ofertas Estratégicas (COE) consolida-se em torno de duas vertentes metodológicas principais: a modelagem por otimização em dois níveis (ou modelos bi-níveis) (HOBBS; METZLER; PANG, 2000; DAI; QIAO, 2017; MOISEEVA; HESAMZADEH, 2018; JIANG et al., 2022; LêDO; NEPOMUCENO; CONEJO, 2024) e a abordagem utilizando curva cota-preço, também denominada curva de demanda residual (TORRE et al., 2002; TORRE; CONTRERAS; CONEJO, 2004; GONZáLEZ et al., 2017; CABANA et al., 2023).

A primeira vertente, baseada em problemas bi-níveis, caracteriza-se por uma hierarquia de otimização estruturada em dois problemas interconectados. O nível superior abriga o objetivo principal da CGPM a maximização de seus lucros, ao passo que o nível inferior embute o modelo do Procedimento de Equilíbrio de Mercado (PEM). A estrutura deste COE é apresentado em (1.3)

$$\max \sum_{i\in I}\sum_{t\in T} p^G_{it}\lambda^M_t - c_{ti}(p^G_{ti}) \tag{1.3a}$$

$$\text{s.a: } \max \sum_{t\in T}\left(\sum_{d\in D}\sum_{n\in N}\lambda^D_{tdn}e^D_{tdn} - \sum_{j\in J}\sum_{m\in M}\lambda^G_{tjm}e^G_{tim} - \sum_{j\in J}c_{tj}(p^G_{tj})\right) \tag{1.3b}$$

$$\text{s.a:} \tag{1.3c}$$

$$p^G_{tj} \in \Pi_{tj}, \quad \forall j \in J, \forall t \in T \tag{1.3d}$$

$$e^G_{tjm} \leq \bar{E}^G_{jm}, \quad \forall j \in J; \forall m \in M, \forall t \in T \tag{1.3e}$$

$$e^D_{tdn} \leq \bar{E}^D_{dn}, \quad \forall d \in D; \forall n \in N, \forall t \in T \tag{1.3f}$$

$$p^G_{tj} = \sum_{m\in M} e^G_{tjm}, \quad \forall j \in J, \forall t \in T \tag{1.3g}$$

$$p^D_{td} = \sum_{n\in N} e^D_{tdn}, \quad \forall d \in D, \forall t \in T \tag{1.3h}$$

$$\sum_{j\in J} p^G_{tj} - \sum_{d\in D} p^D_{td} = 0, \quad \forall t \in T: \quad \left(\lambda^M_t\right). \tag{1.3i}$$

Na prática, o PEM atua como um conjunto de restrições para o problema principal. Embora essa arquitetura matemática capture com excelência a interação estratégica entre o agente e o ambiente de mercado, sua resolução computacional é altamente complexa. A tratabilidade matemática desses modelos exige que o problema de nível inferior seja estritamente convexo. Essa exigência impede a utilização de variáveis binárias no modelo de PEM. Como consequência, a abordagem bi-nível requer simplificações na representação de restrições operativas, como nas rampas de partida e parada, tomada e alívio de carga.

Para contornar essas limitações de não-convexidade, a segunda vertente explora o uso da curva cota-preço, sendo esta a vertente utilizada nesta pesquisa. Esta curva estabelece uma correlação direta que exprime o comportamento do preço de equilíbrio do leilão em função direta da geração da companhia no sistema. Nessa metodologia, o primeiro passo do COE é a construção desta curva, que é então um parâmetro para o modelo de AP. Desta forma o modelo de AP é apresentado a seguir em (1.4):

$$\begin{aligned} &\max \quad \sum_{i\in I}\sum_{t\in T} p^G_{ti}\lambda^M_t\left(p^G_{ti}\right) - c_{ti}\left(p^G_{ti}\right) \\ &\text{s.a:} \\ &\qquad p^G_{ti} \in \Pi_{ti}, \quad \forall i \in I, \forall t \in T. \end{aligned} \tag{1.4}$$

Esta curva tradicionalmente é construída através da subtração das curvas de geração agregada e demanda agregada. Este trabalho utilizará o método proposto por Cabana et al. (2023), em que a curva é obtida através de um modelo de otimização.

Independentemente do tipo de companhia ou da estratégia utilizada, além do não conhecimento do preço de equilíbrio do dia seguinte, as companhias não têm conhecimento das ações das unidades de consumidores bem como das demais unidades geradoras, trazendo incertezas aos problema de COE. No modelo proposto por Cabana (2023), estas incertezas são incorporadas no modelo de construção da curva cota-preço através de programação estocástica.

Diante desse contexto, o presente relatório de Pós-Doutorado detalha o avanço da pesquisa na proposição de novos modelos de COE empregando programação estocástica. Dois modelos de COE foram propostos nesta pesquisa, em que o primeiro é utilizado um modelo estocástico para construção de curvas cota-preço, em que é resultado uma única curva cota-preço estocástica, sendo esta um parâmetro para um modelo de AP determinístico. O segundo modelo envolve a construção de várias curvas cota-preço, sendo estas informações de entrada para o modelo de AP, que neste caso é estocástico.

A seguir, na seção 2 são apresentados os objetivos estabelecidos no projeto de pesquisa do pós-doutorado, enquanto que na seção 3 são detalhados os modelos propostos nesta pesquisa.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é o desenvolvimento de modelos de cálculo de ofertas estratégicas para companhias geradoras do tipo *price-maker* em mercados de energia do dia seguinte do tipo *pool*, que consideram as incertezas das ações dos demais agentes através de programação estocástica.

Os modelos propostos devem utilizar as curvas cota-preço, porém de maneiras diferentes do modelo proposto em (CABANA, 2023), não construindo uma única curva cota-preço (ou um único sistema de curvas), com preços e potência ponderadas pelos cenários, mas pré-posicionada com relação a um conjunto de cenários relacionados à tomada de decisão dos demais agentes.

Um modelo alternativo proposto nesta pesquisa, inclui a representação das incertezas no modelo de autoprodução (AP), o qual receberá como informação de entrada um conjunto de cenários de curvas cota-preço (ao invés de uma única curva que embute informação relacionada às incertezas). Assim, nessa abordagem proposta, a estocasticidade deve ser representada no modelo de AP, resultando em um modelo de AP estocástico em dois estágios.

2.2 Objetivos Específicos

1. Formulação, desenvolvimento e testes com um modelo de otimização estocástico que calcula a curva cota-preço a partir de decisões de cotas e preços pré-posicionadas com relação a um conjunto de cenários de decisões dos demais agentes. A curva cota-preço resultante deve ser submetida a um modelo de AP determinístico.

2. Formulação, desenvolvimento e testes com um modelo de AP estocástico em dois estágios. Este modelo deve receber um conjunto de curvas cota-preço referente a cada cenário de decisão dos demais agentes.

3. Comparação dos resultados obtidos em (CABANA et al., 2022) com os modelos propostos em (1) e (2) acima. Esta comparação deve fornecer as bases para a identificação da melhor maneira de tratar as incertezas;

4. Estudos envolvendo a análise de sensibilidade identificando a influência do tamanho do banco de dados para os modelos de COE investigados;

3 Modelos Propostos

Como apresentado anteriormente, a partir de cenários de ações dos demais agentes no mercado, nesta pesquisa são propostos dois modelos de COE:

- Cálculo de Ofertas Estratégicas com Curva Cota-Preço Estocástico: Com os Ω cenários é construída uma única curva cota-preço em um modelo de otimização estocástico. Esta curva é então parâmetro de entrada em um modelo determinístico de autoprodução. Por simplicidade chamaremos este modelo de COE CCP-EST.
- Cálculo de Ofertas Estratégicas com Autoprodução Estocástico: São construídas Ω curvas cota-preço em um modelo de otimização determinístico. Estas curvas são dados de entrada no modelo de autoprodução estocástico. Por simplicidade chamaremos este modelo de COE AP-EST

Na Figura 1 são sintetizadas as etapas de cada um dos COEs. A seguir são apresentados os modelos matemáticos.

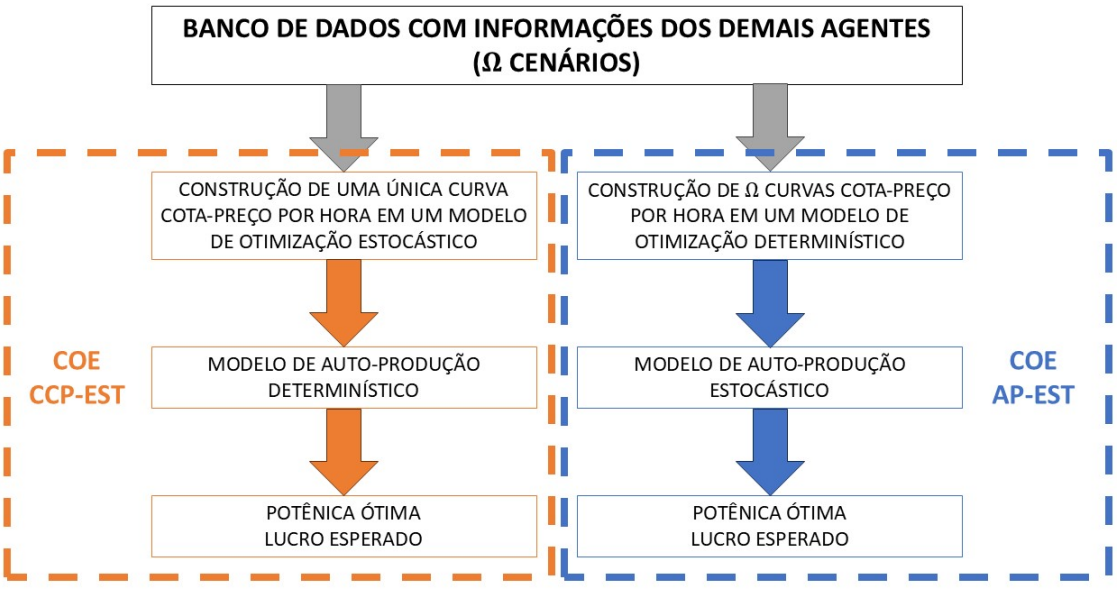


Figura 1 – Modelos de Cálculo de Ofertas Estratégicas propostas nesta pesquisa

Nomenclatura

Conjuntos

T Períodos;

I^T Unidades geradoras pertencentes a CGPT;

I^M Unidades geradoras pertencentes a CGPM;

D Consumidores;

M Blocos de ofertas das unidades geradoras pertencentes a CGPT;

N Blocos de lances dos consumidores;

O Blocos de ofertas das unidades geradoras pertencentes à CGPM;

B Blocos de ofertas da CGPM;

Parâmetros

λ^D_{tdn} Preço do bloco n do consumidor d no período t;

λ^{PT}_{tim} Preço do bloco m do gerador i pertencente a CGPT no período t;

λ^{PM}_{tio} Preço do bloco o do gerador i pertencente a CGPM no período t;

$\overline{E}^D_{tdn}$ Energia do bloco n do consumidor d no período t;

$\overline{E}^{PT}_{tim}$ Energia do bloco m do gerador i pertencente a CGPT no período t;

$\overline{E}^{PM}_{tio}$ Energia do bloco o do gerador i pertencente a CGPM no período t;

BSM_{tib} Matriz de ordenação de blocos que indica o número de blocos b ofertados pelo gerador i no período t;

π_ω Probabilidade de ocorrência do cenário ω;

Variáveis

e^D_{tdn}/e^D_{tdnb} Potência consumida pelo bloco de energia n ofertado pelo consumidor d no período t com a CGPM ofertando b blocos no mercado;

$e^{PT}_{tim}/e^{PT}_{timb}$ Potência produzida pelo bloco de energia m ofertado pela unidade i da CGPT no período t com a CGPT ofertando b blocos no mercado;

$e^{PM}_{tio}/e^{PM}_{tiob}$ Potência produzida pelo bloco de energia o ofertado pela unidade i da CGPM no período t com a CGPM ofertando b blocos no mercado;

p^{D}_{td}/p^{D}_{tdb} Potência consumida pela consumidor d no período t com a CGPM ofertando b blocos no mercado;

p^{PT}_{ti}/p^{PT}_{tib} Potência gerada pela unidade i da CGPT no período t com a CGPM ofertando b blocos no mercado;

p^{PM}_{ti}/p^{PM}_{tib} Potência gerada pela unidade i da CGPM no período t com a CGPM ofertando b blocos no mercado;

3.1 Cálculo de Ofertas Estratégicas com Curva Cota-Preço Estocástica

A primeira etapa do COE é a construção da curva cota-preço, em que o modelo de construção é baseado em (CABANA, 2023; CABANA et al., 2023). Pela definição, a curva cota-preço é a tendência do preço de equilíbrio de acordo com a cota aceita no mercado. Desta maneira, é possível construir a curva cota-preço realizando leilões sucessivos, em que a cada leilão é verificado o preço de equilíbrio e a cota aceita no mercado.

Partindo desse pressuposto, a companhia geradora deve possuir um conjunto inicial de blocos B, em que a cada bloco $b \in B$ ofertado pela companhia, deve-se realizar um fechamento de mercado com o modelo de PEM, obtendo assim um ponto da curva cota-preço. O modelo é apresentado em (3.1)-(3.28).

$$\max \sum_{t\in T}\sum_{b\in B}\sum_{\omega\in\Omega}\pi_{\omega}\left(\sum_{d\in D}\sum_{n\in N}\lambda^{D}_{tdn\omega}e^{D}_{tdnb\omega}-\sum_{i\in I^{T}}\sum_{m\in M}\lambda^{PT}_{tim\omega}e^{PT}_{timb\omega}-\right.$$
$$\left.-\sum_{i\in I^{M}}\sum_{o\in BSM_{tib}}\lambda^{PM}_{tio}e^{PM}_{tiob\omega}-\sum_{i\in I}\left(C^{DW}_{i}z_{tib\omega}+C^{UP}_{i}y_{tib\omega}+C^{F}_{i}v_{tib\omega}\right)\right) \tag{3.1}$$

s.a:

$$e^{D}_{tdnb\omega}\leq\overline{E}^{D}_{tdn\omega},\quad \forall t\in T,\forall d\in D,\forall n\in N,\forall b\in B \tag{3.2}$$

$$e^{PT}_{timb\omega}\leq\overline{E}^{PT}_{tim\omega},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^{T},\forall m\in M,\forall b\in B \tag{3.3}$$

$$e^{PM}_{tiob\omega}\leq\overline{E}^{PM}_{tio},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^{M},\forall o\in BSM_{tib},\forall b\in B,\forall\omega\in\Omega \tag{3.4}$$

$$p^{D}_{tdb}=\sum_{\forall n\in N}e^{D}_{tdnb\omega},\quad \forall t\in T,\forall d\in D,\forall b\in B,\forall\omega\in\Omega \tag{3.5}$$

$$p^{PT}_{tib}=\sum_{m\in M}e^{PT}_{timb\omega},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^{T},\forall b\in B,\forall\omega\in\Omega \tag{3.6}$$

$$p^{PM}_{tib}=\sum_{o\in BSM_{tib}}e^{PM}_{tiob\omega},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^{M},\forall b\in B,\forall\omega\in\Omega \tag{3.7}$$

$$\sum_{i\in I^T} p^{PT}_{tib} + \sum_{i\in I^M} p^{PM}_{tib} - \sum_{d\in D} p^{D}_{tdb} = 0, \forall t \in T, \forall b \in B, \quad : \left(\lambda^{CM}_{tb}\right) \tag{3.8}$$

$$p^{G}_{tib} = p^{PT}_{tib}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I^T, \forall b \in B, \tag{3.9}$$

$$p^{G}_{t(i+IT)b} = p^{PM}_{tib}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I^M, \forall b \in B, \tag{3.10}$$

$$p^{G}_{tib} \leq \overline{P}^{G}_{i}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \tag{3.11}$$

$$p^{G}_{tib} \geq \underline{P}^{G}_{i} v_{tib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.12}$$

$$p^{G}_{tib} \leq \overline{P}^{G}_{i}\left(v_{tib\omega} - z_{(t+1)ib\omega}\right) + SD_i z_{(t+1)ib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.13}$$

$$p^{G}_{tib} \leq p^{G}_{(t-1)ib} + RU_i v_{(t-1)ib\omega} + SU_i y_{tib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.14}$$

$$p^{G}_{(t-1)ib} \leq p^{G}_{tib} + RD_i v_{tib\omega} + SD_i z_{tib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.15}$$

$$p^{G}_{1ib} \leq P^{G0}_{i} + RU_i V^{0}_{i} + SU_i y_{tib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.16}$$

$$P^{G0}_{i} \leq p^{G}_{1ib} + RD_i v_{1ib\omega} + SD_i z_{1ib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.17}$$

$$\sum_{t=1}^{G_i} (1 - v_{tib\omega}) = 0, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.18}$$

$$\sum_{x=t}^{t+UT_i-1} v_{xi} \geq UT_i y_{tib\omega}, t = G_i + 1 \ldots T - UT_i + 1, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.19}$$

$$\sum_{x=t}^{T} (v_{xib\omega} - y_{tib\omega}) \geq 0, t = T - UT_i + 2, \ldots, T, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.20}$$

$$\sum_{t=1}^{F_i} v_{tib\omega} = 0, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.21}$$

$$\sum_{x=t}^{t+DT_i-1} (1 - v_{xi}) \geq DT_i z_{tib\omega}, t = F_i + 1 \ldots T - DT_i + 1, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.22}$$

$$\sum_{x=t}^{T} (1 - v_{xib\omega} - y_{tib\omega}) \geq 0, t = T - DT_i + 2, \ldots, T, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.23}$$

$$y_{tib\omega} - z_{tib\omega} = v_{tib\omega} - v_{(t-1)ib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.24}$$

$$y_{tib\omega} + z_{tib\omega} \leq 1, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.25}$$

$$y_{1ib\omega} - z_{1ib\omega} = v_{1ib\omega} - V^{0}_{ib\omega}, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.26}$$

$$p^{C}_{tb} = \sum_{i\in I^M} p^{PM}_{tib}, \quad \forall t \in T, , \forall b \in B, \tag{3.27}$$

$$y_{tib\omega}, z_{tib\omega}, v_{tib\omega} \in \{0, 1\} \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega. \tag{3.28}$$

A função objetivo (3.1) é maximização do bem-estar social. Diferentemente do modelo de PEM utilizado pelo OM, este modelo separa as unidades geradoras pertencentes à companhia (conjunto I^M) das unidades geradoras das demais companhias (conjunto I^T). A primeira parte da função apresenta a subtração do produto $\lambda^{D}_{tdn\omega} e^{D}_{tdnb\omega}$ pelos produtos $\lambda^{PT}_{tim\omega} e^{PT}_{timb\omega}$ e $\lambda^{PM}_{tio} e^{PM}_{tiob\omega}$. A maximização da diferença entre esses termos representa a

maximização da função de bem comum. O segundo termo da função $C_i^{DW} z_{tib\omega} + C_i^{UP} y_{tib\omega} + C_i^F v_{tib\omega}$ considera os custos de parada, partida e funcionamento, respectivamente, das unidades geradoras.

Neste modelo, as incertezas estão nos dados das ofertas dos demais agentes, ou seja, blocos de preço e potência das demandas,$\lambda_{tdn\omega}$ e $\overline{E}^D_{tdn\omega}$, e blocos de preço e potência das unidades geradoras,$\lambda_{tim\omega}$ e $\overline{E}^{PT}_{tim\omega}$. Toda a função é multiplicada pela constante π_ω que é a probabilidade de cada cenário.

Um termo importante na função objetivo é BSM_{tib}, que é a matriz de ordenação de blocos. A construção da curva é realizada por leilões sucessivos, conforme a companhia oferta b blocos. A ordem de ofertas destes blocos é definida por essa matriz, de modo que a companhia pode construir a curva ofertando blocos com preços crescentes ou decrescentes, ou blocos com potência crescente ou decrescente. Além disso, também é possível ofertar blocos particionados, de modo a obter mais pontos na curva cota-preço.

As restrições (3.2)-(3.4) apresentam o limite de geração de cada bloco, das unidades de demanda, unidades geradoras das demais companhias e das unidades geradoras da companhia para a qual se constrói a curva, respectivamente.

As restrições (3.5)-(3.7) representam a potência total consumida pela demanda, potência total gerada pelas unidades das outras companhias e a potência total gerada pelas unidades da companhia *price-maker*, respectivamente. Observa-se que estas potências independem do cenário.

A restrição (3.8) apresenta o balanço de potência, impondo que o somatório das gerações deve ser igual a demanda. A variável dual desta restrição λ^M_{tb} é o preço de equilíbrio.

As restrições (3.9) e (3.10) foram utilizadas para agregar as unidades geradoras das CGPM e CGPT em uma única variável, ao passo que as restrições (3.11) e (3.12) impõem os limites mínimos e máximos de geração de cada unidade.

Os limites físicos e operativos das unidades termelétricas, baseados no trabalho de Arroyo e Conejo (2002), são apresentados nas restrições (3.13)-(3.23).

As restrições (3.13)-(3.17) representam as rampas de potência das unidades geradoras: potência de partida, parada, tomada e alívio de carga. As restrições referentes ao tempo mínimo de operação e de desligamento das unidades, caso estas entrem em operação ou desliguem são apresentadas em (3.18)-(3.23).

Para evitar ações ilógicas, como a partida e a parada de uma unidade em um mesmo período são acrescentadas as restrições (3.24)-(3.26). Por fim a restrição (3.27) calcula a potência total gerada pela companhia p^C_{tb}.

Desta forma, o par ordenado $p^C_{tb}; \lambda^M_{tb}$ apresenta cada ponto da curva cota-preço.

Esta curva, por ser estocástica, carrega as informações de todos os cenários e é utilizada como parâmetro de entrada no modelo de AP determinístico a seguir (3.29)-(3.50).

$$\max \sum_{t\in T}\left(\sum_{s\in S}\lambda_{ts}\left(\beta_{ts}+\alpha_{ts}C_{ts}^{min}\right)-\sum_{i\in I}A_i v_{ti}+B_i p_{ti}^{G}+C_i p_{ti}^{G^2}+C_i^{UP}y_{ti}+C_i^{DW}z_{ti}\right) \quad (3.29)$$

Sujeito a:

$$c_{tk}=\sum_{i\in M_k^I}p_{ti}^{G},\quad ,\forall t\in T \quad (3.30)$$

$$c_{tk}=\sum_{s\in S}\left(\beta_{ts}+\alpha_{ts}C_{ts}^{min}\right),\quad \forall t\in T, \quad (3.31)$$

$$0\leq\beta_{ts}\leq\alpha_{ts}B_{ts}^{max},\quad \forall t\in T,,\forall s\in S \quad (3.32)$$

$$\sum_{s\in S}\alpha_{ts}=1,\quad \forall t\in T, \quad (3.33)$$

$$p_{ti}^{G}\leq\overline{P}_i^{G},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.34)$$

$$p_{ti}^{G}\geq\underline{P}_i^{G}v_{ti},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.35)$$

$$p_{ti}^{G}\leq\overline{P}_i^{G}\left(v_{ti}-z_{(t+1)i}\right)+SD_i z_{(t+1)i},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.36)$$

$$p_{ti}^{G}\leq p_{(t-1)i}^{G}+RU_i v_{(t-1)i}+SU_i y_{ti},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.37)$$

$$p_{(t-1)i}^{G}\leq p_{ti}^{G}+RD_i v_{ti}+SD_i z_{ti},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.38)$$

$$p_{1i}^{G}\leq P_i^{G0}+RU_i V_i^0+SU_i y_{ti},\quad \forall i\in I^M \quad (3.39)$$

$$P_i^{G0}\leq p_{1i}^{G}+RD_i v_{1i}+SD_i z_{1i},\quad \forall i\in I^M \quad (3.40)$$

$$\sum_{t=1}^{G_i}(1-v_{ti})=0,\quad \forall i\in I^M \quad (3.41)$$

$$\sum_{x=t}^{t+UT_i-1}v_{xi}\geq UT_i y_{ti}, t=G_i+1\ldots T-UT_i+1,\quad \forall i\in I^M \quad (3.42)$$

$$\sum_{x=t}^{T}(v_{xi}-y_{ti})\geq 0, t=T-UT_i+2,\ldots,T,\quad \forall i\in I^M \quad (3.43)$$

$$\sum_{t=1}^{F_i}v_{ti}=0,\quad \forall i\in I^M \quad (3.44)$$

$$\sum_{x=t}^{t+DT_i-1}(1-v_{xi})\geq DT_i z_{ti}, t=F_i+1\ldots T-DT_i+1,\quad \forall i\in I^M \quad (3.45)$$

$$\sum_{x=t}^{T}(1-v_{xi}-y_{ti})\geq 0, t=T-DT_i+2,\ldots,T,\quad \forall i\in I^M \quad (3.46)$$

$$y_{ti}-z_{ti}=v_{ti}-v_{(t-1)i},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.47)$$

$$y_{ti}+z_{ti}\leq 1,\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M \quad (3.48)$$

$$y_{1i} - z_{1i} = v_{1i} - V_i^0, \quad \forall i \in I^M. \tag{3.49}$$

$$y_{ti}, z_{ti}, v_{ti}, \alpha_{ts} \in \{0,1\} \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall k \in K, \forall s \in S. \tag{3.50}$$

Dado que a Curva Cota-Preço apresenta um comportamento linear por partes, sua modelagem matemática é realizada por meio de uma discretização em s intervalos. Esse particionamento é estruturado a partir dos parâmetros $C_{tks}^{\min}$ (que define o limite inferior da cota no intervalo s) e $B_{tks}^{\max}$ (que representa a largura desse intervalo), em conjunto com as variáveis de decisão β_{tks} e α_{tks}. A variável contínua β_{tks} quantifica a potência dentro de cada intervalo s, ao passo que a variável binária α_{tks} atua como indicadora de ativação desse respectivo intervalo. Esse comportamento é apresentado na Figura 2

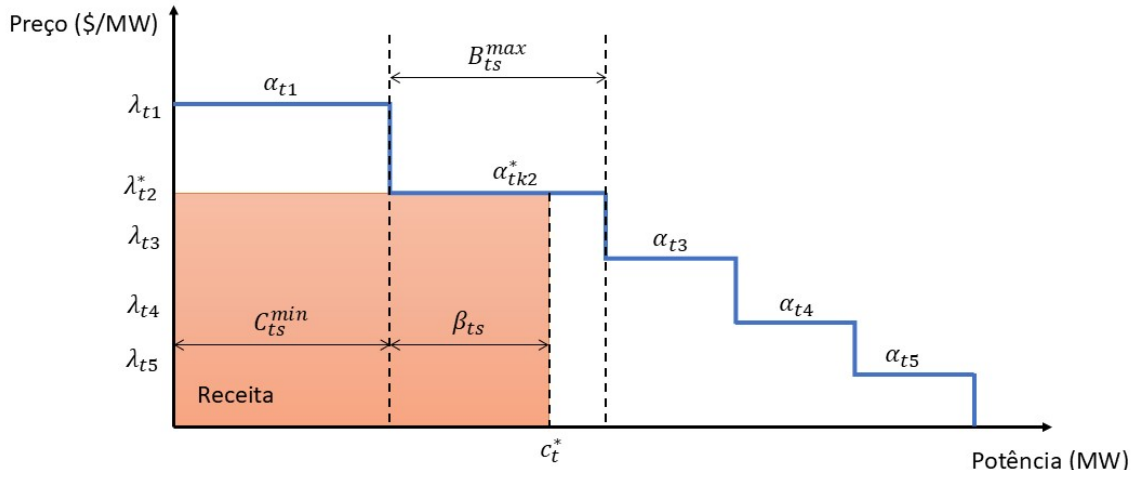


Figura 2 – Funções lineares por parte da Curva Cota-Preço

O funcional objetivo (3.29) expressa a maximização do lucro da CGPM. A receita bruta do agente é quantificada pelo produto entre a cota total durante o período t, representado pelo termo $(\beta_{ts} + \alpha_{tks} C_{tks}^{\min})$, com o preço de equilíbrio λ_{ts}. Similar ao modelo de construção da curva cota-preço, o modelo de AP considera custos na função objetivo. Todavia, além dos custos de partida e parada $C_i^{\mathrm{UP}} y_{ti} + C_i^{\mathrm{DW}} z_{ti}$, o modelo de AP considera os custos de produção, representados pela expressão da função de custo $A_i v_{ti} + B_i p_{ti}^T + C_i (p_{ti}^T)^2$.

O conjunto de restrições (3.30)–(3.33) baseia-se na metodologia proposta por (TORRE et al., 2002), que viabiliza a discretização da CCP em s passos por meio de formulações de programação linear inteira mista (MILP).

A restrição (3.30) impõe que a cota da companhia c_t é a igual ao somatório das gerações de cada unidade. Esta mesma cota deve ser igual ao somatório c$C_{tks}^{\min} + \beta_{tks}$ (restrição (3.31)), em que a variável β_{tks} restringe-se entre os valores 0 e $B_{tks}^{\max}$ (restrição (3.32)). Para que toda essa análise funcione, é necessário que apenas um bloco "esteja ativo". Essa condição é realizada pelo somatório presente na restrição (3.33).

As restrições (3.34)-(3.50) são similares às restrições (3.28)-(3.11) do modelo de construção da curva cota-preço, representando os limites mínimos e máximos de geração, rampas de potência, restrições temporais de geração e restrições lógicas. O que difere nesses modelos é que as variáveis binárias v_{ti}, z_{ti}, y_{ti}, utilizadas para representar os estados de ligado/desligado, partida e parada, no modelo de AP não possuem o índice ω, pois não dependem de cenários. Já no modelo da construção da curva cota-preço essas variáveis estão atreladas ao cenário. A seguir é apresentado o modelo de COE AP-Est.

3.2 Cálculo de Ofertas Estratégicas com Autoprodução Estocástico

O segundo modelo proposto nesta pesquisa é apresentado em (3.51)-(3.78).

$$\max \sum_{t\in T}\sum_{b\in B}\sum_{\omega\in\Omega}\left(\sum_{d\in D}\sum_{n\in N}\lambda^{D}_{tdn\omega}e^{D}_{tdnb\omega} - \sum_{i\in I^T}\sum_{m\in M}\lambda^{PT}_{tim\omega}e^{PT}_{timb\omega} - \right.$$
$$\left. - \sum_{i\in I^M}\sum_{o\in BSM_{tib}}\lambda^{PM}_{tio}e^{PM}_{tiob\omega} - \sum_{i\in I}\left(C^{DW}_{i}z_{tib\omega} + C^{UP}_{i}y_{tib\omega} + C^{F}_{i}v_{tib\omega}\right)\right) \tag{3.51}$$

s.a:

$$e^{D}_{tdnb\omega} \leq \overline{E}^{D}_{tdn\omega}, \quad \forall t\in T, \forall d\in D, \forall n\in N, \forall b\in B \tag{3.52}$$

$$e^{PT}_{timb\omega} \leq \overline{E}^{PT}_{tim\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I^T, \forall m\in M, \forall b\in B \tag{3.53}$$

$$e^{PM}_{tiob\omega} \leq \overline{E}^{PM}_{tio}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I^M, \forall o\in BSM_{tib}, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.54}$$

$$p^{D}_{tdb\omega} = \sum_{\forall n\in N} e^{D}_{tdnb\omega}, \quad \forall t\in T, \forall d\in D, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.55}$$

$$p^{PT}_{tib\omega} = \sum_{m\in M} e^{PT}_{timb\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I^T, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.56}$$

$$p^{PM}_{tib\omega} = \sum_{o\in BSM_{tib}} e^{PM}_{tiob\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I^M, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.57}$$

$$\sum_{i\in I^T} p^{PT}_{tib\omega} + \sum_{i\in I^M} p^{PM}_{tib\omega} - \sum_{d\in D} p^{D}_{tdb\omega} = 0, \forall t\in T, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \quad : \left(\lambda^{CM}_{tb\omega}\right) \tag{3.58}$$

$$p^{G}_{tib\omega} = p^{PT}_{tib\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I^T, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.59}$$

$$p^{G}_{t(i+IT)b\omega} = p^{PM}_{tib\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I^M, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.60}$$

$$p^{G}_{tib\omega} \leq \overline{P}^{G}_{i}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.61}$$

$$p^{G}_{tib\omega} \geq \underline{P}^{G}_{i}v_{tib\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.62}$$

$$p^{G}_{tib\omega} \leq \overline{P}^{G}_{i}\left(v_{tib\omega} - z_{(t+1)ib\omega}\right) + SD_{i}z_{(t+1)ib\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.63}$$

$$p^{G}_{tib\omega} \leq p^{G}_{(t-1)ib\omega} + RU_{i}v_{(t-1)ib\omega} + SU_{i}y_{tib\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.64}$$

$$p^{G}_{(t-1)ib\omega} \leq p^{G}_{tib\omega} + RD_{i}v_{tib\omega} + SD_{i}z_{tib\omega}, \quad \forall t\in T, \forall i\in I, \forall b\in B, \forall \omega\in\Omega \tag{3.65}$$

$$p^G_{1ib\omega} \leq P^{G0}_i + RU_i V^0_i + SU_i y_{tib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.66}$$

$$P^{G0}_i \leq p^G_{1ib\omega} + RD_i v_{1ib\omega} + SD_i z_{1ib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.67}$$

$$\sum_{t=1}^{G_i} (1 - v_{tib\omega}) = 0, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.68}$$

$$\sum_{x=t}^{t+UT_i-1} v_{xi} \geq UT_i y_{tib\omega}, t = G_i + 1 \ldots T - UT_i + 1, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.69}$$

$$\sum_{x=t}^{T} (v_{xib\omega} - y_{tib\omega}) \geq 0, t = T - UT_i + 2, \ldots, T, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.70}$$

$$\sum_{t=1}^{F_i} v_{tib\omega} = 0, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.71}$$

$$\sum_{x=t}^{t+DT_i-1} (1 - v_{xi}) \geq DT_i z_{tib\omega}, t = F_i + 1 \ldots T - DT_i + 1, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.72}$$

$$\sum_{x=t}^{T} (1 - v_{xib\omega} - y_{tib\omega}) \geq 0, t = T - DT_i + 2, \ldots, T, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.73}$$

$$y_{tib\omega} - z_{tib\omega} = v_{tib\omega} - v_{(t-1)ib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.74}$$

$$y_{tib\omega} + z_{tib\omega} \leq 1, \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.75}$$

$$y_{1ib\omega} - z_{1ib\omega} = v_{1ib\omega} - V^0_{ib\omega}, \quad \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.76}$$

$$p^C_{tb\omega} = \sum_{i \in I^M} p^{PM}_{tib\omega}, \quad \forall t \in T, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega \tag{3.77}$$

$$y_{tib\omega}, z_{tib\omega}, v_{tib\omega} \in \{0, 1\} \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall b \in B, \forall \omega \in \Omega. \tag{3.78}$$

As principais diferenças entre os dois modelos de COE se dão na função objetivo (3.51) e nas restrições (3.55)-(3.58). Primeiramente, pelo fato de serem criadas $|\Omega|$ curvas cota-preço, a função objetivo não necessita da multiplicação dos termos pela probabilidade pi_ω. Nas restrições (3.55)-(3.57), as potências totais demandada, gerada pelas outras companhias e gerada pela companhia que se levanta a curva, variam para cada cenário, de modo que na restrição (3.58), obtém-se um preço de equilíbrio $\lambda^{CM}_{t\omega}$ por período t e por cenário ω.

Neste modelo, além das restrições de estado lógico $v_{ti\omega}, z_{ti\omega}, y_{ti\omega}$, utilizadas para representar os estados de ligado/desligado, partida e parada, a potência total gerada $p^G_{tib\omega}$ também varia por cenário.

A restrição (3.77) calcula a potência total da companhia $p^C_{tb\omega}$ em cada período t e bloco b ofertado e em cada cenário ω. Desta forma, o par ordenado potência/preço não produz apenas uma curva por período, mas sim $|\Omega|$ curvas para cada período, uma para cada cenário. Todas estas curvas são parâmetros de entrada do modelo de AP estocástico apresentado em (3.79)-(3.100).

$$\max \sum_{t\in T}\sum_{\omega\in\Omega}\pi_\omega\left(\sum_{s\in S}\lambda_{ts\omega}\left(\beta_{ts\omega}+\alpha_{ts\omega}C^{min}_{ts\omega}\right)-\sum_{i\in I}A_i v_{ti\omega}+B_i p^G_{ti}+C_i p^{G^2}_{ti}+C^{UP}_i y_{ti\omega}+C^{DW}_i z_{ti\omega}\right) \tag{3.79}$$

Sujeito a:

$$c_t=\sum_{i\in I^M}p^G_{ti},\quad \forall t\in T,\forall\omega\in\Omega \tag{3.80}$$

$$c_t=\sum_{s\in S}\left(\beta_{ts\omega}+\alpha_{ts\omega}C^{min}_{ts\omega}\right),\quad \forall t\in T,\forall\omega\in\Omega \tag{3.81}$$

$$0\le\beta_{ts\omega}\le\alpha_{ts\omega}B^{max}_{ts},\quad \forall t\in T,\forall s\in S,\forall\omega\in\Omega \tag{3.82}$$

$$\sum_{s\in S}\alpha_{ts\omega}=1,\quad \forall t\in T,\forall\omega\in\Omega \tag{3.83}$$

$$p^G_{ti}\le\overline{P}^G_i,\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.84}$$

$$p^G_{ti}\ge\underline{P}^G_i v_{ti\omega},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.85}$$

$$p^G_{ti}\le\overline{P}^G_i\left(v_{ti\omega}-z_{(t+1)i}\right)+SD_i z_{(t+1)i},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.86}$$

$$p^G_{ti}\le p^G_{(t-1)i}+RU_i v_{(t-1)i}+SU_i y_{ti\omega},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.87}$$

$$p^G_{(t-1)i}\le p^G_{ti}+RD_i v_{ti\omega}+SD_i z_{ti\omega},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.88}$$

$$p^G_{1i}\le P^{G0}_i+RU_i V^0_i+SU_i y_{ti\omega},\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.89}$$

$$P^{G0}_i\le p^G_{1i}+RD_i v_{1i}+SD_i z_{1i},\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.90}$$

$$\sum_{t=1}^{G_i}(1-v_{ti\omega})=0,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.91}$$

$$\sum_{x=t}^{t+UT_i-1}v_{xi}\ge UT_i y_{ti\omega}, t=G_i+1\ldots T-UT_i+1,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.92}$$

$$\sum_{x=t}^{T}(v_{xi}-y_{ti\omega})\ge 0, t=T-UT_i+2,\ldots,T,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.93}$$

$$\sum_{t=1}^{F_i}v_{ti\omega}=0,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.94}$$

$$\sum_{x=t}^{t+DT_i-1}(1-v_{xi})\ge DT_i z_{ti\omega}, t=F_i+1\ldots T-DT_i+1,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.95}$$

$$\sum_{x=t}^{T}(1-v_{xi}-y_{ti\omega})\ge 0, t=T-DT_i+2,\ldots,T,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.96}$$

$$y_{ti\omega}-z_{ti\omega}=v_{ti\omega}-v_{(t-1)i},\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.97}$$

$$y_{ti\omega}+z_{ti\omega}\le 1,\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.98}$$

$$y_{1i}-z_{1i}=v_{1i}-V^0_i,\quad \forall i\in I^M,\forall\omega\in\Omega \tag{3.99}$$

$$y_{ti\omega},z_{ti\omega},v_{ti\omega},\alpha_{ts\omega}\in\{0,1\}\quad \forall t\in T,\forall i\in I^M,\forall s\in S,\forall\omega\in\Omega \tag{3.100}$$

$$c_t = \sum_{s \in S} \left(\beta_{ts\omega} + \alpha_{ts\omega} C^{min}_{ts\omega} \right), \quad \forall t \in T, \forall \omega \in \Omega \tag{3.101}$$

$$0 \leq \beta_{ts\omega} \leq \alpha_{ts\omega} B^{max}_{ts}, \quad \forall t \in T, \forall s \in S, \forall \omega \in \Omega \tag{3.102}$$

Neste modelo de AP, a função objetivo é calculada para todos os cenários, considerando a probabilidade π_ω de cada um. Nesta abordagem, as variáveis $\beta_{ts\omega}$ e $\alpha_{ts\omega}$, bem como as variáveis binárias de estado $v_{ti\omega}, z_{ti\omega} e y_{ti\omega}$, são determinadas para cada cenário ω.

As restrições (3.2)-(3.5) apresentam a discretização da curva cota-preço em funções lineares por partes, similar ao modelo do COE CCP-EST. Em especial a restrição (3.3) é a restrição que impõe que a companhia tenha uma única cota c_t independente do cenário ω.

Desta forma, independente do modelo de COE escolhido, os modelos de AP apresentam uma única cota total para a companhia e uma única estimação de lucro, além de determinar a potência ótima de cada gerador. Na seção 4 é apresentada a metodologia de comparação dos dois modelos.

4 Metodologia

Como visto, o desenvolvimento de modelos de COE para CGPM em mercados de energia competitivos exige abordagens que incorporem as incertezas inerentes ao comportamento dos demais agentes. Nesse sentido, esta seção detalha a estrutura metodológica adotada para a formulação, resolução e validação das estratégias dos modelos de COE CCP-EST e COE AP-EST.

4.1 Base de Dados e Representação Estocástica

O ponto de partida para as simulações computacionais consiste numa base de dados estruturada que reflete a estocasticidade do mercado do dia seguinte (*day-ahead market*). O comportamento não determinístico do ambiente de negociação foi modelado através de um conjunto de 8 cenários, que contém as incertezas referentes aos blocos de ofertas da CGPT e dos blocos de lances das unidades de demandas. Estes dados foram baseados em (CABANA, 2023) e podem ser encontrados em (CABANA, 2022).

4.2 Abordagens de Otimização e Formulação do Despacho

Para avaliar o impacto da forma como a incerteza é tratada no processo de tomada de decisão da CGPM, a investigação foi estruturada em dois "caminhos", baseados na Figura 1:

- **Caminho 1: COE CCP-EST** Nesta primeira abordagem, Os 8 cenários da base de dados são processados simultaneamente para a construção de uma única curva cota-preço estocástica agregada (que representa o valor esperado ou o comportamento consolidado do mercado). Posteriormente, esta curva determinística equivalente é introduzida no modelo de AP. A resolução deste modelo de otimização determina a potência ótima a ser gerada por cada unidade da companhia, apresentando um lucro estimado.
- **Caminho 2: COE AP-EST** Em contrapartida, a segunda abordagem mantém as incertezas ao longo de todo o processo de otimização. A partir dos 8 cenários, são levantadas 8 curvas cota-preço independentes. Este conjunto completo de curvas é então acoplado diretamente a um modelo de AP Estocástico. Este modelo também apresenta potência ótima a ser despachada e um valor de lucro esperado.

4.3 Casos de Teste

Como apresentado na Seção 1, os algoritmos de fechamento de mercado possuem abordagens distintas em relação às restrições físicas e operativas das unidades geradoras, podendo ser incorporadas nos modelos de otimização ou tratadas à *posteriori*. Partindo desta premissa, para cada um dos caminhos para cálculo de despacho são realizados dois tipos de testes:

1. **Modelos com Restrições Econômicas Exclusivas:** Este caso de teste considera uma modelação simplificada, focada primordialmente nas restrições econômicas do leilão, negligenciando os aspectos técnicos das unidades termelétricas, de modo a isolar o impacto financeiro das estratégias de oferta. Neste caso no COE CCP-EST, as restrições (3.13)-(3.26) do modelo de construção da curva cota-preço, como as restrições (3.36)-(3.49) do modelo de AP devem ser desconsideradas. De modo similar, no COE AP-EST, as restrições (3.63)-(3.76) do modelo de construção da curva cota-preço, como as restrições (3.86)-(3.99) do modelo de AP devem ser desconsideradas. Além disso, em todas as funções objetivos dos modelos, os termos referentes aos custos de partida, parada e funcionamento devem ser desconsiderados. Este caso será chamado de **Caso Puramente Econômico**.

2. **Modelo Completo com Restrições Econômicas e Térmicas:** Neste teste, o modelo de otimização é expandido para incorporar as restrições físicas e operativas reais das unidades termelétricas. Além do balanço econômico, são consideradas as equações que modelam os limites de rampa (partida, parada, tomada e alívio de carga) e tempos mínimos de funcionamento/parada. A inclusão das restrições térmicas aproxima o modelo da realidade física do despacho. Este caso será chamado de **Caso Térmico**.

4.4 Análise de Sensibilidade da Matriz de Ordenação e Partição de Blocos

O processo algorítmico de construção das curvas cota-preço depende intrinsecamente da forma como a cota da companhia é discretizada na construção da curva cota-preço. Para este fim, utiliza-se uma matriz de ordenação de blocos. Tendo em vista a identificação da estratégia de montagem mais eficiente, foi conduzida uma análise de sensibilidade focada em dois eixos: a lógica de ordenação e a da partição dos blocos.

4.4.1 Critérios de Ordenação Matemática

A matriz de blocos foi avaliada sob 4 (quatro) lógicas distintas de ordenação prévia:

1. **Preços Crescentes:** Os b blocos são ordenados com os preços crescentes, seguindo um mérito econômico tradicional, partindo do princípio que os blocos mais baratos são despachados primeiro;

2. **Preços Decrescentes:** Estratégia inversa de submissão de ofertas, sendo os blocos ofertados com preços decrescentes;

3. **Potência Crescente:** Nesta ordenação existe a priorização de blocos de menor valor de potência, independente do preço;

4. **Potência Decrescente:** Priorização de blocos de maior potência, garantindo o despacho de grandes montantes inicialmente.

4.4.2 Níveis de Partição (Discretização da Oferta)

O número de passos da curva cota-preço é numericamente igual ao produto do número de geradores pela quantidade de blocos ofertados. Todavia, quanto maior o número passos, melhor a curva representará o comportamento do mercado. Desta maneira o despacho dos blocos foi iterativamente testado nas seguintes configurações de partição:

1. Oferta do bloco na sua integridade (1);

2. Subdivisão e oferta de metades do bloco (1/2), de modo que a curva terá o dobro de pontos;

3. Subdivisão em terços (1/3), de modo que a curva obterá o triplo de pontos;

4. Subdivisão em quartos (1/4), a curva terá quatro vezes mais pontos;

Para simplicidade de nomenclatura nos resultados utiliza-se a sigla $PxOy$, em que x representa em quantas partes o bloco foi particionado e y o tipo de ordenação. Por exemplo, em $P2O3$, o bloco foi dividido em 2 partes e foi utilizada a ordenação com potência crescente.

4.5 Dados das unidades termelétricas

A validação metodológica proposta neste estudo fundamenta-se na simulação e análise de um sistema elétrico de potência composto por 12 unidades térmicas e um conjunto de 17 agentes consumidores. Sob a ótica da organização de mercado, 7 dessas unidades térmicas são operadas por uma CGPM, companhia da qual serão utilizados os modelos de COEs propostos, enquanto as 5 restantes atuam como CGPTs, sendo o comportamento de despacho determinado por leilões horários simulados ao longo de um

horizonte de planejamento de 24 horas, em que tanto geradores quanto consumidores fazem ofertas/lances de 4 blocos. Os dados dos blocos são retirados de (CABANA, 2022).

As restrições operacionais, limites físicos e funções de custo das usinas térmicas foram parametrizados com base nas referências de (CONEJO; CARRIóN; MORALES, 2010; MALIK; CORY, 1997; LIU; ZHU; JIANG, 2018), estando consolidados no Apêndice A.

O cruzamento paramétrico destes testes, abrangendo abordagens estocásticas, níveis de restrições operativas, critérios de ordenação e partições de blocos permite uma avaliação rigorosa das metodologias propostas, garantindo a solidez dos resultados que serão apresentados e discutidos na Seção 5.

5 Resultados e Discussões

Com os dois tipos de COEs (COE CCP-EST e COE AP-EST), dois tipos de casos (Puramente Econômico e Térmico), 4 tipos de ordenação e 4 partições de blocos foram realizados no total 64 testes. As principais análises a serem feitas serão em relação aos lucros estimados. As Tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam os lucros obtidos em cada em dos casos.

Tabela 1 – Lucros Estimados - COE AP-EST - Caso Puramente Econômico

P\O	O1	O2	O3	O4
P1	601.413,54	599.665,18	599.380,34	601.340,33
P2	602.212,47	600.612,26	600.290,57	601.974,97
P3	602.592,45	601.231,58	601.320,44	602.515,15
P4	**602.880,56**	601.670,49	601.618,91	602.564,32

Tabela 2 – Lucros Estimados - COE CCP-EST - Caso Puramente Econômico

P\O	O1	O2	O3	O4
P1	610.647,23	605.918,42	607.565,99	611.569,34
P2	612.789,72	608.481,26	608.911,35	612.556,53
P3	613.130,48	609.819,03	610.542,92	613.426,19
P4	613.893,47	610.865,10	611.722,86	**613.923,63**

Tabela 3 – Lucros Estimados - COE AP-EST - Caso Térmico

P\O	O1	O2	O3	O4
P1	618.732,62	613.232,80	614.196,38	620.953,38
P2	624.752,09	614.189,94	615.383,74	624.234,24
P3	626.728,75	614.906,52	614.879,18	625.261,72
P4	625.230,05	615.129,46	615.041,01	**625.912,18**

Tabela 4 – Lucros Estimados - COE CCP-EST - Caso Térmico

P\O	O1	O2	O3	O4
P1	635.492,16	619.584,72	619.624,45	634.410,92
P2	637.047,79	621.619,36	621.799,74	637.363,37
P3	639.178,71	623.760,74	622.813,02	639.136,83
P4	638.185,25	623.406,32	624.036,29	**640.467,50**

A primeira análise a ser feita é em relação à sensibilidade da matriz ordenação dos blocos. Em todos os 64 casos, quando decidiu-se aumentar a partição dos blocos, a CGPM alcançou um lucro maior, tendo menor aumento percentual apresentado na Tabela 3 com a ordenação 3, em que não particionar o bloco e particionar em 4, houve um aumento de 0,14% ao utilizar a ordenação 3 (potência crescente). O maior aumento foi

nos também utilizando o mesmo COE AP-EST no caso térmico, contudo na ordenação 1 (preço crescente)

Desta maneira, para melhor analisar os tipos de ordenação decidiu-se tomar com referência os caos em que os blocos foram particionados em 4 partes. Inicialmente, pensar-se-ia que como no leilão os blocos mais baratos são despachados primeiro, então o tipo de ordenação 1 obteria os melhores resultados, todavia não foi esse o comportamento observado na maioria dos testes.

Dos resultados apresentados nas tabelas, apenas nos resultados Tabela 1, com particionamento em 4 blocos, a CGPM alcançou um lucro maior utilizando a ordenação 1. Ao comparar com a ordenação 4 (potência decrescente), utilizar a ordenação 1 a companhia alcança um lucro 0,05% maior apenas, com uma diferença absoluta de R$316,23. Nas outras 3 situações, utilizar a ordenação 4 resulta em um lucro maior.

Todavia ao analisar a Tabela 2, a diferença absoluta foi de R$30,16, resultando em uma diferença relativa percentual quase nula. Ou seja, nos casos puramente econômicos, ao utilizar a ordenação 1 ou 4 a companhia obtém resultados muito próximos. Nos casos térmicos, a diferença relativa aumenta para 0,36%, utilizando o COE CCP-EST e 0,11% utilizando o COE AP-EST.

Partindo desses resultados, para comparar os modelos de COE entre si, decidiu-se utilizar a matriz de ordenação dos blocos com a configuração $P4O4$ (particionando os blocos em 4 partes e os ofertando em ordem decrescente de potência).

Ao analisar o caso Puramente Econômico, a CGPM ao utilizar o COE AP-EST alcançou um lucro de R$602.564,32, enquanto ao utilizar a COE CCP-EST alcançou um lucro de R$613.923,63. Uma diferença absoluta de R$11.359,31 e uma diferença relativa, em relação ao menor valor de lucro, de 1,89%. No caso termelétrico este comportamento se mantém. A CGPM alcança um lucro de R$640.467,50, utilizando o modelo de COE CCP-EST, e um lucro de R$625.912,18, com o modelo de COE AP-EST, resultando em uma diferença absoluta de R$14.555,32 e absoluta de 2,32%. Ou seja, independente do caso, térmico ou puramente econômico, é melhor para a companhia utilizar o modelo de COE CCP-EST.

Além da análise de lucro é possível realizar um estudo sobre os valores de potência ótima calculada e preço esperado em cada um dos casos. Esses resultados são mostrados nas Tabelas 5 e 6, para os casos Puramente Econômico e Térmico, respectivamente, sendo que em ambos os casos é considerado a configuração $P4O4$ para a matriz de ordenação dos blocos. Os resultados de cota e preço para todos os casos de ordenação são apresentados no apêndice B.

Ao analisar a Tabela 5, no caso Puramente Econômico, verifica-se que mesmo que a CGPM tenha obtido um lucro maior ao utilizar o modelo de COE CCP-EST, a companhia

Tabela 5 – Resultados de Cota (MW) e Preço ($) no caso Puramente Econômico para os modelos de COE AP-EST e COE CCP-EST

T	**COE AP-EST**		**COE CCP-EST**	
(h)	**Cota (MW)**	**Preço ($)**	**Cota (MW)**	**Preço ($)**
1	1356,00	18,22	1356,00	18,72
2	1296,00	17,93	1276,00	18,33
3	1163,50	17,77	1210,38	18,52
4	1210,38	17,67	1188,50	18,17
5	1163,50	18,23	1163,50	18,67
6	1210,38	18,37	1210,38	18,44
7	1583,50	18,06	1548,50	18,44
8	1887,88	17,88	1855,38	18,45
9	2070,00	18,73	2070,00	18,34
10	2070,00	18,54	2070,00	18,54
11	2070,00	18,57	2031,25	18,71
12	2039,00	18,19	2070,00	18,48
13	2070,00	18,26	2070,00	18,39
14	2000,25	18,53	2023,50	18,65
15	2023,50	18,07	1953,75	18,69
16	2031,25	17,79	2039,00	18,47
17	2070,00	19,01	2070,00	18,65
18	2062,25	18,87	2015,75	19,13
19	2070,00	18,77	2070,00	18,94
20	2070,00	18,33	2070,00	18,21
21	1969,25	17,70	1992,50	18,10
22	1816,00	17,69	1829,13	18,29
23	1566,00	17,83	1531,00	18,39
24	1474,75	15,83	1276,00	18,33
Soma	**42343,38**	—	**41990,50**	—
Média	**1764,31**	**18,12**	**1749,60**	**18,50**

teria uma cota ótima menor (41.990,50 MW), do que ao utilizar o modelo de COE AP-EST (42.343,38 MW), contudo ao realizar a observação do preço de equilíbrio médio diário verifica-se que o modelo de COE CCP-EST estima uma média de preço de equilíbrio maior que ao utilizar o modelo de COE AP-EST, sendo R$18,50 contra R$18,12.

Esses comportamentos observados no caso puramente econômico também são observados no caso térmico. Ao utilizar o modelo COE CCP-EST, a companhia tem por cota ótima o valor 39.351,75 MW, um valor superior ao encontrado pelo COE AP-EST, de 39.464,81 MW. Além disso, o preço médio com o COE CCP-EST ($20,15) também foi superior ao preço médio com o COE AP-EST ($19,52), similar ao caso puramente econômico.

Nas seções 6, 7 e 8a seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas durante a

Tabela 6 – Resultados de Cota (MW) e Preço ($) no caso Térmico para os modelos de COE AP-EST e COE CCP-EST

T	**COE AP-EST**		**COE CCP-EST**	
(h)	**Cota (MW)**	**Preço ($)**	**Cota (MW)**	**Preço ($)**
1	1230,00	23,70	1245,50	23,59
2	1013,50	21,68	1038,50	22,16
3	1163,50	18,68	1210,38	18,52
4	1063,50	19,43	1088,50	19,89
5	1063,50	19,56	1063,50	20,24
6	1088,50	19,93	1113,50	19,85
7	1436,00	18,98	1316,00	21,44
8	1707,50	19,19	1707,50	19,68
9	1926,63	19,30	1946,00	19,73
10	1926,63	20,44	1969,25	19,82
11	1926,63	20,08	1953,75	20,04
12	1936,31	18,97	1936,31	19,61
13	1926,63	18,56	1946,00	19,87
14	1936,31	19,30	1946,00	20,05
15	1946,00	18,45	2031,25	18,69
16	1984,75	19,01	1916,94	19,70
17	1936,31	20,13	1936,31	21,00
18	1961,50	19,96	1916,94	21,28
19	2046,75	19,65	1946,00	20,72
20	1961,50	19,09	1961,50	19,58
21	1829,13	19,41	1829,13	19,93
22	1761,75	18,19	1661,00	19,71
23	1416,00	18,86	1396,00	20,13
24	1276,00	17,98	1276,00	18,33
Soma	**39464,81**	—	**39351,75**	—
Média	**1644,37**	**19,52**	**1639,66**	**20,15**

pesquisa de pós doutorado, os comentários do supervisor e as conclusões desta pesquisa, respectivamente.

6 Atividades Desenvolvidas

Artigos publicados em eventos

SVIZZERO, Alessandro João Ruiz; ALENCAR, Marina Valença; CABANA, Tiago Gomes. Um estudo de caso sobre otimização da logística de alocação de salas de aula. In: **XXXII FÓRUM DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO**, 2026, Bauru. **Anais - Fórum de Iniciação Científica, Fórum de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação e Fórum de Iniciação Científica do Ensino Médio** Bauru: Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO, 2026. p. 61.

Artigos enviados para publicação em eventos

CABANA, Tiago Gomes; LEAL, Matheus, NEPOMUCENO, Leonardo. Comparative Analysis of Stochastic Models for Strategic Offering Problem for Price-Maker Generation Companies. In: **XVI LATIN-AMERICAN CONGRESS ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION (CLAGTEE 2026)**, 2026, Santiago, Chile. CLAGTEE, 2026.

Artigos em elaboração para periódicos

CABANA, Tiago Gomes; NEPOMUCENO, Leonardo. Self-Scheduling Problem for Price-Maker Generation Companies with Hydrothermal Systems in the Energy Pool Market. Periódico Sugerido: *IEEE Access*

CABANA, Tiago Gomes; NEPOMUCENO, Leonardo. Stochastic Optimization Applied to the Strategic Offering Problem in Day-Ahead Markets. Periódico Sugerido: *IEEE Access*

CABANA, Tiago Gomes; Self-Scheduling in Thermal Power Generators Under Price Uncertainty: Performance Comparison Between Scenario Optimization and Time Series Methods. Periódico Sugerido: *IEEE Access*

CABANA, Tiago Gomes; NEPOMUCENO, Leonardo. Strategic Offering By Means of a Nodal Residual Demand Curve System. Periódico Sugerido: *IEEE Transactions on Power Systems*

Orientações de Iniciação Científica

MATEUS JUNIOR, Alessandro Bezerra. Modelos de autoprodução de geradores termoelétricos do tipo price-taker associados a métodos de previsão de séries temporais. 2025. Iniciação Científica – Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO). Orientador: Prof. Dr. Tiago Gomes Cabana.

MARONEZ, Rafael Felipe. Modelo de autoprodução estocástico para geradores termoelétricos do tipo price-taker. 2025. Iniciação Científica – Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO). Orientador: Prof. Dr. Tiago Gomes Cabana.

7 Comentários do Supervisor

A pesquisa de pós-doc consistiu basicamente na proposição de modelos de Cálculo de Ofertas Estratégicas (COE) para uma companhia geradora. A partir dos modelos de COE, pode-se avaliar o comportamento *price-maker* dessa companhia, que consiste na manipulação dos preços do mercado atacadista de energia. Como uma ferramenta de análise de poder de mercado, os modelos de COE são importantes tanto para o operador do mercado, quanto para as companhias geradoras. Para o operador de mercado é importante detectar situações de potencial poder de mercado, de modo que seja possível mitigá-lo. Para as companhias geradoras, os modelos de COE são ferramentas importantes para o cálculo de ofertas estratégicas no mercado atacadista.

A pesquisa de pós-doutoramento avaliou duas abordagens para a formulação dos modelo de COE. Na primeira, as curvas cota-preço (que calculam os preços de mercado a partir das ofertas aceitas pela companhia no mercado) são formuladas por meio de um modelo estocástico, que calcula uma única curva cota-preço para vários cenários de ofertas/lances dos demais agentes do mercado (i.e. demais companhias geradoras e consumidoras). Nessa abordagem, esta curva cota-preço única é utilizada no modelo proposto de auto-produção determinístico, que calcula as ofertas estratégicas desta companhia para o mercado. Na segunda abordagem, são calculadas várias curvas cota-preço, uma para cada cenário de ofertas/lances dos demais agentes do mercado. Estas curvas são então utilizadas como informações de entrada para um modelo de auto-produção estocástico, o qual calcula as ofertas estratégicas desta companhia para o mercado. As duas abordagens foram comparadas neste relatório, onde se verifica um melhor desempenho para a primeira abordagem.

Além disso, a pesquisa também desenvolveu uma análise de sensibilidade envolvendo a partição e ordenação dos blocos de ofertas da companhia geradora na matriz de ordenação de blocos para a construção da curva cota-preço. Nesse estudo, verificou-se que quanto maior essa partição maior o lucro esperado pela companhia. No que diz respeito à ordenação, verificou-se que a construção da curva a partir de uma ordenação baseada em potências decrescentes teve um melhor desempenho.

Assim, verifica-se que o pós-doutorando desenvolveu integralmente todas as atividades previstas no cronograma de execução descrito no projeto de pesquisa.

No que diz respeito à produção científica do projeto foi publicado um trabalho em congresso, com o envio de mais um trabalho para evento internacional. Outros quatro trabalhos a serem enviados a revistas científicas estão em fase de desenvolvimento, conforme descrito na seção anterior. Além disso, o pós-doutorando também orientou trabalhos

de iniciação científica junto ao Centro Universitário Sagrado Coração - UniSagrado, disseminando a pesquisa desenvolvida externamente à UNESP.

Dessa forma, a pesquisa de pós-doutoramento atingiu seus objetivos com uma boa perspectiva de produção científica e divulgação dos resultados, conforme esperado.

8 Conclusões

Esta pesquisa propôs e validou dois modelos estocásticos voltados ao Cálculo de Ofertas Estratégicas (COE) para uma Companhia Geradora *Price-Maker* (CGPM) atuando em mercados do tipo *pool* de energia do dia seguinte. O estudo propiciou uma análise sobre a sensibilidade da matriz de ordenação dos blocos, tanto quanto ao impacto das estratégias de discretização (partição de blocos) quanto ao tipo de ordenação das ofertas.

A partir dos resultados obtidos nos 64 testes computacionais realizados, este trabalho obteve conclusões em relação a sensibilidade da Matriz de Ordenação de Blocos, local de tratamento das incertezas, além de análises sobre despacho e precificação no mercado.

Em relação a sensibilidade da Matriz de Ordenação e Partição de Blocos, percebeu-se que a discretização das ofertas é uma estratégia eficaz para o aumento da rentabilidade da CGPM. Em todos os 64 casos analisados, o incremento no nível de partição dos blocos de oferta (de P_1 para P_4) resultou sistematicamente em um aumento do lucro estimado. A configuração ótima identificada para a estrutura de lances da companhia foi o par P_4O_4 (particionamento em 4 blocos ordenados por potência decrescente). Embora no caso puramente econômico as ordenações O_1 (preço crescente) e O_4 (potência decrescente) tenham apresentado resultados financeiros extremamente próximos, a superioridade da ordenação por potência decrescente (O_4) consolidou-se no caso térmico, ampliando a margem de lucro em relação à ordenação por preço crescente (O_1).

Foi observado que o modelo de Cálculo de Ofertas Estratégicas com Curva Cota-Preço Estocástica (COE CCP-EST), que utiliza uma única curva cota-preço estocástica acoplada a um modelo de autoprodução determinístico, superou o modelo COE AP-EST (que modela a estocasticidade no próprio problema de autoprodução a partir de múltiplas curvas cota-preço) em todas as frentes testadas. No caso Puramente Econômico, sob a configuração de referência P_4O_4, o modelo COE CCP-EST alcançou um lucro estimado de R$ 613.923,63, superando em 1,89% o lucro de R$ 602.564,32 obtido pelo COE AP-EST. Já no caso térmico, em que se consideram as restrições físicas e operativas das unidades termelétricas, o modelo COE CCP-EST atingiu o lucro de R$ 640.467,50, representando uma vantagem de 2,32% em relação ao lucro de R$ 625.912,18 estimado pelo COE AP-EST.

Ao se analisarem as cotas e as estimativas de preços verificou-se que o modelo COE CCP-EST atinge um retorno financeiro superior mesmo tendo uma cota ótima despachada inferior ao modelo COE AP-EST. No caso puramente econômico, a cota total da companhia foi de 41.990,50 MW para o COE CCP-EST contra 42.343,38 MW para o

COE AP-EST enquanto que no caso térmico, a cota total foi de 39.351,75 MW contra 39.464,81 MW, respectivamente. Em contrapartida, ao se utilizar o modelo de COE com curvas cota-preço estocásticas, estimam-se preços de equilíbrio superiores em relação ao COE com modelo de Autoprodução estocástico, em que o preço de mercado subiu de R$ 18,12 para R$ 18,50 no caso econômico, e de R$ 19,52 para R$ 20,15 no caso térmico.

Em suma, os objetivos propostos para este projeto de pesquisa de pós-doutorado foram plenamente atendidos. Os resultados obtidos demonstram de forma consolidada que o tratamento das incertezas do mercado diretamente na modelagem de curvas cota-preço estocásticas (COE CCP-EST) constitui-se como uma abordagem superior economicamente. Este trabalho fornece contribuições para o planejamento estratégico de companhias geradoras do tipo *price-maker*, permitindo a maximização de seu objetivo respeitando todas as suas restrições.

Referências

ARROYO, J. M.; CONEJO, A. J. Multiperiod auction for a pool-based electricity market. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 17, n. 4, p. 1225–1231, nov. 2002. ISSN 0885-8950. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 15.

BARINGO, A.; BARINGO, L.; ARROYO, J. M. Day-ahead self-scheduling of a virtual power plant in energy and reserve electricity markets under uncertainty. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 34, n. 3, p. 1881–1894, 2019. Citado na página 7.

CABANA, T. G. *"Banco de dados utilizados no estudo de caso da tese de doutorado: Cálculo de Ofertas Estratégicas por Meio de Sistema de Curvas Cota-Preço com Restrições de Rede em Mercados do Dia Seguinte"*. 2022. Disponível em : <https://github.com/tgcabana/Date_PHD_Cabana>. "acessado em 15/07/2022". Citado 2 vezes nas páginas 22 e 25.

CABANA, T. G. *Cálculo de Ofertas Estratégicas por Meio de Sistemas de Curvas Cota-Preço Nodais com Restrições em Rede em Mercados do Dia Seguinte*. 147 p. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2023. Citado 5 vezes nas páginas 7, 9, 10, 13 e 22.

CABANA, T. G. et al. Optimization-based models for estimating residual demand curves for a price-maker company. *IEEE Transactions on Power Systems*, p. 1–10, 2022. Citado na página 10.

CABANA, T. G. et al. Optimization-based models for estimating residual demand curves for a price-maker company. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 38, n. 4, p. 3097–3106, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 7, 9 e 13.

CONEJO, A.; NOGALES, F.; ARROYO, J. Price-taker bidding strategy under price uncertainty. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 17, n. 4, p. 1081–1088, 2002. Citado na página 7.

CONEJO, A. J.; BARINGO, L. *Power System Operations*. 1st ed. 2018 edition. ed. New York, NY: Springer, 2017. ISBN 978-3-319-69406-1. Citado na página 5.

CONEJO, A. J.; CARRIóN, M.; MORALES, J. M. *Decision Making Under Uncertainty in Electricity Markets*. Boston, MA: Springer US, 2010. v. 153. (International Series in Operations Research & Management Science, v. 153). ISBN 978-1-4419-7420-4 978-1-4419-7421-1. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-7421-1>. Citado 3 vezes nas páginas 5, 25 e 39.

DAI, T.; QIAO, W. Finding Equilibria in the Pool-Based Electricity Market With Strategic Wind Power Producers and Network Constraints. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 32, n. 1, p. 389–399, jan. 2017. ISSN 0885-8950. Citado na página 7.

GONZáLEZ, J. P. et al. Residual Demand Curves for Modeling the Effect of Complex Offering Conditions on Day-Ahead Electricity Markets. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 32, n. 1, p. 50–61, jan. 2017. ISSN 0885-8950. Citado na página 7.

HOBBS, B.; METZLER, C.; PANG, J.-S. Strategic gaming analysis for electric power systems: an MPEC approach. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 15, n. 2, p. 638–645, maio 2000. ISSN 1558-0679. Conference Name: IEEE Transactions on Power Systems. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/867153?casa_token=vaZr8zDDNBMAAAAA:RDH_ETHi4XyPhDV-7pqa0BVuStZNYur503M3T_T1UYjXxg70zQAizeGJOykiD_OrWvOtv9hR1g>. Citado na página 7.

JIANG, T. et al. Bi-Level Strategic Bidding Model of Gas-fired Units in Interdependent Electricity and Natural Gas Markets. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, v. 13, n. 1, p. 328–340, jan. 2022. ISSN 1949-3037. Conference Name: IEEE Transactions on Sustainable Energy. Citado na página 7.

KARDAKOS, E. G.; SIMOGLOU, C. K.; BAKIRTZIS, A. G. Short-Term Electricity Market Simulation for Pool-Based Multi-Period Auctions. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 28, n. 3, p. 2526–2535, ago. 2013. ISSN 0885-8950. Citado na página 5.

LIU, G.; ZHU, Y. L.; JIANG, W. Wind-thermal dynamic economic emission dispatch with a hybrid multi-objective algorithm based on wind speed statistical analysis. *Transmission Distribution IET Generation*, v. 12, n. 17, p. 3972–3984, 2018. ISSN 1751-8687. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 39.

LêDO, J. A. S.; NEPOMUCENO, L.; CONEJO, A. J. Solving a bilevel strategic offering model for a generation company in a hydrothermal energy market: A new convexification approach. *Electric Power Systems Research*, v. 237, p. 110986, dez. 2024. ISSN 0378-7796. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037877962400871X>. Citado na página 7.

MALIK, A. S.; CORY, B. J. Impact of DSM on energy production cost and start-up and shut-down costs of thermal units. In: *1997 Fourth International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, APSCOM-97. (Conf. Publ. No. 450)*. [S.l.: s.n.], 1997. v. 2, p. 650–655 vol.2. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 39.

MOISEEVA, E.; HESAMZADEH, M. R. Strategic Bidding of a Hydropower Producer Under Uncertainty: Modified Benders Approach. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 33, n. 1, p. 861–873, jan. 2018. ISSN 1558-0679. Conference Name: IEEE Transactions on Power Systems. Citado na página 7.

NOGALES, F. et al. Forecasting next-day electricity prices by time series models. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 17, n. 2, p. 342–348, 2002. Citado na página 7.

PEREIRA, A. C. et al. Network-Constrained Multiperiod Auction for Pool-Based Electricity Markets of Hydrothermal Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, PP, n. 99, p. 1–1, 2017. ISSN 0885-8950. Citado na página 7.

PXS, P. Euphemia public description pcr market coupling algorithm, version 1.5. *URL www. mercatoelettrico. org/en/MenuBiblioteca/Documenti/20160127EuphemiaPublicDescription. pdf*, 2020. Citado na página 5.

SANTOS, T. N. et al. Hourly pricing and day-ahead dispatch setting in Brazil: The dessem model. *Electric Power Systems Research*, v. 189, p. 106709, dez. 2020. ISSN 0378-7796. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378779620305125>. Citado na página 5.

STEEGER, G.; BARROSO, L. A.; REBENNACK, S. Optimal Bidding Strategies for Hydro-Electric Producers: A Literature Survey. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 29, n. 4, p. 1758–1766, jul. 2014. ISSN 0885-8950. Citado na página 6.

SZKUTA, B.; SANABRIA, L.; DILLON, T. Electricity price short-term forecasting using artificial neural networks. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 14, n. 3, p. 851–857, 1999. Citado na página 7.

TAKIGAWA, F. Y. K. et al. A Mathematical Modeling for Contract Flexibility Optimization by Brazilian Free Consumers. *IEEE Latin America Transactions*, v. 18, n. 09, p. 1530–1537, set. 2020. ISSN 1548-0992. Conference Name: IEEE Latin America Transactions. Citado na página 5.

TORRE, S. d. l. et al. Price maker self-scheduling in a pool-based electricity market: a mixed-integer LP approach. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 17, n. 4, p. 1037–1042, nov. 2002. ISSN 0885-8950. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 17.

TORRE, S. d. l.; CONTRERAS, J.; CONEJO, A. J. Finding multiperiod Nash equilibria in pool-based electricity markets. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 19, n. 1, p. 643–651, fev. 2004. ISSN 0885-8950. Citado na página 7.

APÊNDICE A – Dados das Unidades Termelétricas

Os ensaios computacionais e as validações numéricas desenvolvidas neste trabalho baseiam-se em um sistema composto por 12 unidades termelétricas. A representação matemática detalhada desses unidades geradoras necessita da parametrização dos tempos mínimos de operação e de desligamento, bem como os limites de rampas (de partida, parada, tomada e alívio de carga). Este apêndice reúne a base completa de dados que alimenta os modelos de COEs proposto neste estudo.

Os parâmetros operacionais e econômicos foram compilados a partir das referências consagradas de Conejo, Carrión e Morales (2010), Malik e Cory (1997), Liu, Zhu e Jiang (2018). Especificamente, os custos fixos de geração, os dispêndios associados aos processos de partida e parada, e os coeficientes polinomiais que regem a curva de consumo de combustível de cada gerador encontram-se consolidados na Tabela 8. Complementarmente, os limites de potência ativa (mínima e máxima) e as restrições de rampa estão detalhados na Tabela 7.

Nomenclatura

$\overline{P}_i$	Potência máxima gerada do gerador i no período t;
$\underline{P}_i$	Potência mínima gerada do gerador i no período t;
C_i^F	Custo fixo de geração do gerador i;
C_i^{UP}	Custo de partida do gerador i;
C_i^{DW}	Custo de parada do gerador i;
A_i, B_i, C_i	Coeficientes da curva de custo do gerador i;
SD_i	Rampa de parada do gerador i;
SU_i	Rampa de partida do gerador i;
RD_i	Rampa de alívio de carga do gerador i;
RU_i	Rampa de tomada de carga do gerador i;
UT_i	Mínimo tempo que o gerador i deve permanecer ligada;

DT_i Mínimo tempo que o gerador i deve permanecer desligada;

GT_i Número de períodos que o gerador i deve permanecer ligado no início do horizonte para respeitar seu número mínimo de períodos ligado;

FT_i Número de períodos que o gerador i deve permanecer desligado no início do horizonte para respeitar seu número mínimo de períodos desligado;

V_i^0 *Status* das unidade i no início do horizonte de mercado;

P_i^{G0} Potência da companhia i no início do horizonte de mercado;

Tabela 7 – Dados das unidades termelétricas referentes a potência

Unidade	$\overline{P}_i$	$\underline{P}_i$	SD_i	SU_i	RD_i	RU_i	UT_i	DT_i	FT_i	GT_i	V_i^0	P_i^{G0}
1	152	30,4	60,8	60,8	91,2	91,2	8	4	0	6	0	0
2	152	30,4	60,8	60,8	91,2	91,2	8	8	0	6	0	0
3	300	75	150	150	225	225	8	8	2	0	1	75
4	591	206,85	413,7	413,7	620,55	620,55	12	12	1	0	1	206,85
5	60	12	24	24	36	36	4	4	1	0	0	0
6	155	54,25	108,5	108,5	162,75	162,75	8	8	2	0	0	0
7	155	54,25	108,5	108,5	162,75	162,75	8	8	0	0	0	0
8	400	100	200	200	300	300	1	1	0	0	0	0
9	400	100	200	200	300	300	1	1	0	0	0	0
10	300	300	300	300	300	300	1	1	0	0	1	300
11	310	108,5	217	217	310	310	8	8	0	0	1	108,5
12	350	140	240	240	240	240	24	24	0	0	1	140

Tabela 8 – Dados das unidades termelétricas referentes aos custos

Unidade	C_i^F	C_i^{UP}	C_i^{DW}	A_i	B_i	C_i
1	125	40	10	125	3,05	0,005
2	125	40	10	125	3,05	0,005
3	70	45	10	70	2,75	0,007
4	40	45	10	40	3,5	0,006
5	45	45	10	45	3,89	0,006
6	115	40	10	115	2	0,0055
7	115	40	10	115	2	0,0055
8	150	23	3	150	1,89	0,005
9	150	23	3	150	1,89	0,005
10	200	23	3	200	1,3	0,0045
11	115	40	10	115	2	0,0055
12	130	40	10	130	2,45	0,005

APÊNDICE B – Dados de Cota Ótima e Preços Estimados

Nesta pesquisa foram propostas dois modelos de COE: COE CCP-EST e COE AP-EST, sendo estes estuados em casos Puramente Econômico e Térmico, além de verificar a sensibilidade da matriz de ordenação de blocos (4 tipos de ordenação e 4 partições de blocos), de modo que no total foram realizados 64 testes. Os testes foram realizados considerando uma companhia geradora do tipo *price-maker* com 7 unidades geradores em um período de 24 horas. Esse apêndice apresenta os resultados de potência ótima para cada uma das 7 unidades, a cota total da companhia e o preço de equilíbrio esperado para cada um dos 64 testes.

B.1 Resultados do caso Puramente Econômico - COE AP-EST

Tabela 9 – Resultados - P1O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	18.36
2	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.02
3	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.34
4	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	17.67
5	155.00	155.00	196.18	196.18	283.54	168.35	0.00	1154.25	18.26
6	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.37
7	155.00	155.00	273.21	273.21	300.00	238.37	217.21	1612.00	18.06
8	155.00	155.00	340.74	340.74	300.00	299.77	284.74	1876.00	18.51
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.41
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	17.88
15	155.00	155.00	348.67	348.67	300.00	306.98	292.67	1907.00	18.45
16	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.10
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	17.73
22	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	17.76
23	155.00	155.00	253.38	253.38	300.00	220.35	197.38	1534.50	18.28
24	155.00	155.00	243.47	243.47	300.00	211.34	187.47	1495.75	16.26

Tabela 10 – Resultados - P1O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	211.30	211.30	300.00	182.09	155.30	1370.00	18.22
2	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.51
3	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	17.15
4	155.00	155.00	211.30	211.30	300.00	182.09	155.30	1370.00	16.16
5	155.00	155.00	190.15	190.15	276.83	162.86	0.00	1130.00	18.38
6	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	17.17
7	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.26
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.71
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.57
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.83
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.51
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.00
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.05
24	155.00	155.00	236.88	236.88	300.00	205.35	180.88	1470.00	16.38

Tabela 11 – Resultados - P1O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	216.42	216.42	300.00	186.74	160.42	1390.00	17.54
2	155.00	155.00	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	17.70
3	155.00	155.00	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.57
4	155.00	155.00	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	17.67
5	155.00	155.00	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.23
6	155.00	155.00	216.42	216.42	300.00	186.74	160.42	1390.00	16.05
7	155.00	155.00	277.81	277.81	300.00	242.56	221.81	1630.00	17.29
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.07
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	247.12	247.12	300.00	214.65	191.12	1510.00	18.44
24	155.00	155.00	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	17.98

Tabela 12 – Resultados - P1O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.22
2	155.00	155.00	232.37	232.38	300.00	201.25	0.00	1276.00	17.70
3	155.00	155.00	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.34
4	155.00	155.00	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	17.67
5	155.00	155.00	232.38	232.38	300.00	201.25	0.00	1276.00	16.63
6	155.00	155.00	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.37
7	155.00	155.00	265.92	265.92	300.00	231.74	209.92	1583.50	18.06
8	155.00	155.00	338.83	338.83	300.00	298.02	282.83	1868.50	18.51
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.51
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.86
12	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	381.33	381.33	300.00	310.00	325.33	2008.00	17.82
15	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	17.97
16	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	17.79
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.09
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.95
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	17.67
22	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	17.76
23	155.00	155.00	248.01	248.01	300.00	215.47	192.01	1513.50	18.44
24	155.00	155.00	232.37	232.38	300.00	201.25	0.00	1276.00	17.98

B.2 Resultados do caso Puramente Econômico - COE CCP-EST

Tabela 13 – Resultados - P2O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	215.65	215.65	300.00	186.05	159.65	1387.00	17.54
2	155.00	155.00	227.82	227.82	300.00	197.11	0.00	1262.75	18.51
3	155.00	155.00	202.93	202.93	291.03	174.48	0.00	1181.38	18.57
4	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	17.67
5	155.00	155.00	196.18	196.18	283.54	168.35	0.00	1154.25	18.26
6	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.37
7	155.00	155.00	263.30	263.30	300.00	229.36	207.30	1573.25	17.83
8	155.00	155.00	340.74	340.74	300.00	299.77	284.74	1876.00	17.70
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	17.88
15	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	17.97
16	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.52
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	368.33	368.33	300.00	310.00	312.33	1969.00	17.67
22	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	17.74
23	155.00	155.00	263.30	263.30	300.00	229.36	207.30	1573.25	18.05
24	155.00	155.00	238.51	238.51	300.00	206.83	182.51	1476.38	16.01

Tabela 14 – Resultados - P2O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	224.09	224.09	300.00	193.72	168.09	1420.00	17.45
2	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	18.51
3	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	17.15
4	155.00	155.00	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	17.67
5	155.00	155.00	190.15	190.15	276.83	162.86	0.00	1130.00	18.38
6	155.00	155.00	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	18.37
7	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.26
8	155.00	155.00	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.19
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.91
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.49
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.05
24	155.00	155.00	199.28	199.28	286.98	171.17	143.28	1310.00	17.63

Tabela 15 – Resultados - P2O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	204.41	204.41	292.68	175.83	148.41	1335.75	18.61
2	155.00	155.00	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	17.70
3	155.00	155.00	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.57
4	155.00	155.00	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	17.67
5	155.00	155.00	190.52	190.52	277.25	163.20	0.00	1131.50	18.38
6	155.00	155.00	217.08	217.08	300.00	187.34	0.00	1231.50	17.17
7	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.26
8	155.00	155.00	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.19
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.07
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.05
24	155.00	155.00	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	17.98

Tabela 16 – Resultados - P2O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.22
2	155.00	155.00	232.38	232.38	300.00	201.25	0.00	1276.00	17.92
3	155.00	155.00	217.34	217.34	300.00	187.58	0.00	1232.25	17.33
4	155.00	155.00	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	17.67
5	155.00	155.00	192.27	192.27	279.18	164.79	0.00	1138.50	18.26
6	155.00	155.00	217.34	217.34	300.00	187.58	0.00	1232.25	17.17
7	155.00	155.00	265.92	265.92	300.00	231.74	209.92	1583.50	18.06
8	155.00	155.00	343.78	343.78	300.00	302.53	287.78	1887.88	17.88
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.03
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.96
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	376.17	376.17	300.00	310.00	320.17	1992.50	18.26
15	155.00	155.00	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	17.74
16	155.00	155.00	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	18.32
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.09
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.95
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	17.67
22	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	17.91
23	155.00	155.00	256.97	256.97	300.00	223.60	200.97	1548.50	17.83
24	155.00	155.00	238.10	238.10	300.00	206.45	182.10	1474.75	16.38

Tabela 17 – Resultados - P3O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	221.62	221.62	300.00	191.47	165.62	1410.33	17.54
2	155.00	155.00	234.04	234.04	300.00	202.76	0.00	1280.83	17.70
3	155.00	155.00	221.60	221.60	300.00	191.46	0.00	1244.67	17.15
4	155.00	155.00	205.18	205.18	293.53	176.53	0.00	1190.42	17.67
5	155.00	155.00	196.18	196.18	283.54	168.35	0.00	1154.25	18.93
6	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.37
7	155.00	155.00	266.60	266.60	300.00	232.36	210.60	1586.17	18.06
8	155.00	155.00	340.74	340.74	300.00	299.77	284.74	1876.00	17.70
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.41
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	17.88
15	155.00	155.00	386.44	386.44	300.00	310.00	330.44	2023.33	18.07
16	155.00	155.00	386.44	386.44	300.00	310.00	330.44	2023.33	18.02
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	371.78	371.78	300.00	310.00	315.78	1979.33	17.67
22	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	17.91
23	155.00	155.00	259.99	259.99	300.00	226.36	203.99	1560.33	17.83
24	155.00	155.00	240.17	240.17	300.00	208.33	184.17	1482.83	15.85

Tabela 18 – Resultados - P3O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	219.83	219.83	300.00	189.84	163.83	1403.33	17.54
2	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.51
3	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	17.15
4	155.00	155.00	210.05	210.05	298.94	180.95	0.00	1210.00	17.67
5	155.00	155.00	200.10	200.10	287.89	171.91	0.00	1170.00	18.23
6	155.00	155.00	210.05	210.05	298.94	180.95	0.00	1210.00	18.37
7	155.00	155.00	270.99	270.99	300.00	236.36	214.99	1603.33	18.06
8	155.00	155.00	339.21	339.21	300.00	298.37	283.21	1870.00	18.51
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.70
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.06
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.26
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
15	155.00	155.00	339.21	339.21	300.00	298.37	283.21	1870.00	18.45
16	155.00	155.00	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.52
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	17.67
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.05
24	155.00	155.00	245.41	245.41	300.00	213.10	189.41	1503.33	16.26

Tabela 19 – Resultados - P3O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	208.02	208.02	296.68	179.10	152.02	1353.83	18.61
2	155.00	155.00	222.81	222.81	300.00	192.55	0.00	1248.17	18.51
3	155.00	155.00	222.81	222.81	300.00	192.55	0.00	1248.17	17.15
4	155.00	155.00	208.02	208.02	296.68	179.10	152.02	1353.83	16.16
5	155.00	155.00	194.67	194.67	281.86	166.97	0.00	1148.17	17.89
6	155.00	155.00	222.81	222.81	300.00	192.55	0.00	1248.17	17.17
7	155.00	155.00	267.58	267.58	300.00	233.26	211.58	1590.00	18.06
8	155.00	155.00	339.21	339.21	300.00	298.37	283.21	1870.00	18.51
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	339.21	339.21	300.00	298.37	283.21	1870.00	18.45
16	155.00	155.00	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.52
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	17.67
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	257.35	257.35	300.00	223.95	201.35	1550.00	18.05
24	155.00	155.00	236.88	236.88	300.00	205.35	180.88	1470.00	16.38

Tabela 20 – Resultados - P3O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	17.86
2	155.00	155.00	232.38	232.38	300.00	201.25	0.00	1276.00	17.92
3	155.00	155.00	222.35	222.35	300.00	192.14	0.00	1246.83	17.15
4	155.00	155.00	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	17.92
5	155.00	155.00	196.41	196.41	283.79	168.56	0.00	1155.17	17.89
6	155.00	155.00	222.35	222.35	300.00	192.14	0.00	1246.83	17.17
7	155.00	155.00	265.92	265.92	300.00	231.74	209.92	1583.50	18.06
8	155.00	155.00	338.83	338.83	300.00	298.02	282.83	1868.50	17.93
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.70
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.86
12	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.19
14	155.00	155.00	377.89	377.89	300.00	310.00	321.89	1997.67	17.88
15	155.00	155.00	388.22	388.22	300.00	310.00	332.22	2028.67	18.07
16	155.00	155.00	388.22	388.22	300.00	310.00	332.22	2028.67	18.52
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.31
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.40
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	374.44	374.44	300.00	310.00	318.44	1987.33	17.67
22	155.00	155.00	316.14	316.14	300.00	277.40	260.14	1779.83	17.79
23	155.00	155.00	259.95	259.95	300.00	226.32	203.95	1560.17	17.83
24	155.00	155.00	232.38	232.38	300.00	201.25	0.00	1276.00	17.98

Tabela 21 – Resultados - P4O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	207.65	207.65	296.28	178.77	151.65	1352.00	18.22
2	155.00	155.00	227.82	227.82	300.00	197.11	0.00	1262.75	18.00
3	155.00	155.00	202.93	202.93	291.03	174.48	0.00	1181.38	18.27
4	155.00	155.00	206.30	206.30	294.78	177.55	0.00	1194.94	17.67
5	155.00	155.00	199.56	199.56	287.28	171.41	0.00	1167.81	18.23
6	155.00	155.00	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	17.99
7	155.00	155.00	268.25	268.25	300.00	233.87	212.25	1592.62	18.06
8	155.00	155.00	340.74	340.74	300.00	299.77	284.74	1876.00	17.80
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	396.17	396.17	300.00	310.00	340.17	2052.50	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.26
15	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	17.97
16	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.52
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	368.33	368.33	300.00	310.00	312.33	1969.00	17.67
22	155.00	155.00	323.35	323.35	300.00	283.95	267.35	1808.00	17.76
23	155.00	155.00	258.34	258.34	300.00	224.85	202.34	1553.88	18.05
24	155.00	155.00	238.51	238.51	300.00	206.83	182.51	1476.38	16.23

Tabela 22 – Resultados - P4O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	224.09	224.09	300.00	193.72	168.09	1420.00	17.45
2	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	18.51
3	155.00	155.00	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	17.15
4	155.00	155.00	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	17.92
5	155.00	155.00	197.61	197.61	285.13	169.65	0.00	1160.00	17.89
6	155.00	155.00	213.13	213.13	300.00	183.75	0.00	1220.00	17.92
7	155.00	155.00	268.86	268.86	300.00	234.42	212.86	1595.00	17.29
8	155.00	155.00	332.81	332.81	300.00	292.56	276.81	1845.00	18.51
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.02
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
12	155.00	155.00	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.41
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.19
14	155.00	155.00	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	17.88
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.49
16	155.00	155.00	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.52
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.40
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.00
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.05
24	155.00	155.00	243.28	243.28	300.00	211.16	187.28	1495.00	16.26

Tabela 23 – Resultados - P4O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	224.09	224.09	300.00	193.72	168.09	1420.00	17.45
2	155.00	155.00	225.67	225.67	300.00	195.16	0.00	1256.50	18.15
3	155.00	155.00	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.50
4	155.00	155.00	209.18	209.18	297.98	180.16	0.00	1206.50	17.67
5	155.00	155.00	196.74	196.74	284.16	168.86	0.00	1156.50	18.26
6	155.00	155.00	209.18	209.18	297.98	180.16	0.00	1206.50	17.75
7	155.00	155.00	270.14	270.14	300.00	235.58	214.14	1600.00	18.06
8	155.00	155.00	332.81	332.81	300.00	292.56	276.81	1845.00	18.51
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.41
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	17.88
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.07
16	155.00	155.00	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.10
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.56
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.25
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.79
23	155.00	155.00	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.05
24	155.00	155.00	239.44	239.44	300.00	207.67	183.44	1480.00	16.38

Tabela 24 – Resultados - P4O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155.00	155.00	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.22
2	155.00	155.00	239.25	239.25	300.00	207.50	0.00	1296.00	17.93
3	155.00	155.00	198.48	198.48	286.09	170.44	0.00	1163.50	17.77
4	155.00	155.00	210.14	210.14	299.05	181.04	0.00	1210.38	17.67
5	155.00	155.00	198.48	198.48	286.09	170.44	0.00	1163.50	18.23
6	155.00	155.00	210.14	210.14	299.05	181.04	0.00	1210.38	18.37
7	155.00	155.00	265.92	265.92	300.00	231.74	209.92	1583.50	18.06
8	155.00	155.00	343.78	343.78	300.00	302.53	287.78	1887.88	17.88
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.73
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.57
12	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.26
14	155.00	155.00	378.75	378.75	300.00	310.00	322.75	2000.25	18.53
15	155.00	155.00	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	18.07
16	155.00	155.00	389.08	389.08	300.00	310.00	333.08	2031.25	17.79
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.01
18	155.00	155.00	399.42	399.42	300.00	310.00	343.42	2062.25	18.87
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.77
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	368.42	368.42	300.00	310.00	312.42	1969.25	17.70
22	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	17.69
23	155.00	155.00	261.44	261.44	300.00	227.67	205.44	1566.00	17.83
24	155.00	155.00	238.10	238.10	300.00	206.45	182.10	1474.75	15.83

Tabela 25 – Resultados - P1O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	233.56	233.56	300.00	202.33	177.56	1457.00	17.32
2	155	155	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.79
3	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.52
4	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	17.87
5	155	155	196.18	196.18	283.54	168.35	0.00	1154.25	18.68
6	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.44
7	155	155	253.38	253.38	300.00	220.35	197.38	1534.50	18.44
8	155	155	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	18.69
16	155	155	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.53
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155	155	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	18.29
23	155	155	253.38	253.38	300.00	220.35	197.38	1534.50	18.39
24	155	155	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.77

Tabela 26 – Resultados - P1O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	211.30	211.30	300.00	182.09	155.30	1370.00	18.16
2	155	155	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.56
3	155	155	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	17.68
4	155	155	223.44	223.44	300.00	193.13	0.00	1250.00	17.30
5	155	155	190.15	190.15	276.83	162.86	0.00	1130.00	18.68
6	155	155	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	17.63
7	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.18
8	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.55
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.32
23	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	17.87
24	155	155	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.42

Tabela 27 – Resultados - P1O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	216.42	216.42	300.00	186.74	160.42	1390.00	18.11
2	155	155	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	18.32
3	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.67
4	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.37
5	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.67
6	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.55
7	155	155	277.81	277.81	300.00	242.56	221.81	1630.00	17.53
8	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.55
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.32
23	155	155	247.12	247.12	300.00	214.65	191.12	1510.00	18.39
24	155	155	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	18.13

Tabela 28 – Resultados - P1O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.72
2	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33
3	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.52
4	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.17
5	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.34
6	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.49
7	155	155	281.78	281.78	300.00	246.16	225.78	1645.50	17.53
8	155	155	338.83	338.83	300.00	298.02	282.83	1868.50	18.17
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	381.33	381.33	300.00	310.00	325.33	2008.00	18.71
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.69
16	155	155	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	381.33	381.33	300.00	310.00	325.33	2008.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	18.10
22	155	155	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	18.29
23	155	155	265.92	265.92	300.00	231.74	209.92	1583.50	17.79
24	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33

Tabela 29 – Resultados - P2O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	215.65	215.65	300.00	186.05	159.65	1387.00	18.11
2	155	155	227.82	227.82	300.00	197.11	0.00	1262.75	18.56
3	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.52
4	155	155	202.93	202.93	291.03	174.48	0.00	1181.38	18.37
5	155	155	202.93	202.93	291.03	174.48	0.00	1181.38	18.67
6	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.44
7	155	155	284.40	284.40	300.00	248.55	228.40	1655.75	17.53
8	155	155	334.03	334.03	300.00	293.66	278.03	1849.75	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.64
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	18.69
16	155	155	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.47
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155	155	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	18.29
23	155	155	253.38	253.38	300.00	220.35	197.38	1534.50	18.39
24	155	155	227.82	227.82	300.00	197.11	0.00	1262.75	18.42

Tabela 30 – Resultados - P2O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	224.09	224.09	300.00	193.72	168.09	1420.00	17.98
2	155	155	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.56
3	155	155	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	18.52
4	155	155	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	18.07
5	155	155	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	18.30
6	155	155	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	18.44
7	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.18
8	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	17.60
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.69
16	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.74
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.32
23	155	155	249.67	249.67	300.00	216.98	193.67	1520.00	18.39
24	155	155	249.67	249.67	300.00	216.98	193.67	1520.00	15.95

Tabela 31 – Resultados - P2O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	204.41	204.41	292.68	175.83	148.41	1335.75	18.72
2	155	155	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	18.32
3	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.67
4	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.37
5	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.67
6	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.55
7	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.18
8	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	17.60
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.69
16	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.74
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.50
22	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.32
23	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	17.87
24	155	155	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	18.13

Tabela 32 – Resultados - P2O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.72
2	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33
3	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.52
4	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.17
5	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.34
6	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.49
7	155	155	256.97	256.97	300.00	223.60	200.97	1548.50	18.44
8	155	155	332.11	332.11	300.00	291.92	276.11	1842.25	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	18.71
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	18.65
15	155	155	396.83	396.83	300.00	310.00	340.83	2054.50	18.01
16	155	155	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	381.33	381.33	300.00	310.00	325.33	2008.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	376.17	376.17	300.00	310.00	320.17	1992.50	18.10
22	155	155	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	18.29
23	155	155	256.97	256.97	300.00	223.60	200.97	1548.50	18.15
24	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33

Tabela 33 – Resultados - P3O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	221.62	221.62	300.00	191.47	165.62	1410.33	17.98
2	155	155	234.04	234.04	300.00	202.76	0.00	1280.83	18.33
3	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.52
4	155	155	200.68	200.68	288.53	172.44	0.00	1172.33	18.37
5	155	155	200.68	200.68	288.53	172.44	0.00	1172.33	18.67
6	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.44
7	155	155	259.99	259.99	300.00	226.36	203.99	1560.33	18.37
8	155	155	336.27	336.27	300.00	295.70	280.27	1858.50	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	386.44	386.44	300.00	310.00	330.44	2023.33	18.71
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	386.44	386.44	300.00	310.00	330.44	2023.33	18.65
15	155	155	364.89	364.89	300.00	310.00	308.89	1958.67	18.69
16	155	155	394.22	394.22	300.00	310.00	338.22	2046.67	18.34
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	371.78	371.78	300.00	310.00	315.78	1979.33	18.10
22	155	155	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	18.29
23	155	155	253.38	253.38	300.00	220.35	197.38	1534.50	18.39
24	155	155	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.77

Tabela 34 – Resultados - P3O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	219.83	219.83	300.00	189.84	163.83	1403.33	17.98
2	155	155	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.56
3	155	155	210.05	210.05	298.94	180.95	0.00	1210.00	18.52
4	155	155	200.10	200.10	287.89	171.91	0.00	1170.00	18.37
5	155	155	200.10	200.10	287.89	171.91	0.00	1170.00	18.67
6	155	155	210.05	210.05	298.94	180.95	0.00	1210.00	18.44
7	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.18
8	155	155	339.21	339.21	300.00	298.37	283.21	1870.00	18.17
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.31
16	155	155	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.53
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.10
22	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.32
23	155	155	253.94	253.94	300.00	220.85	197.94	1536.67	18.39
24	155	155	223.44	223.44	300.00	193.12	0.00	1250.00	18.42

Tabela 35 – Resultados - P3O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	208.02	208.02	296.68	179.10	152.02	1353.83	18.72
2	155	155	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	18.32
3	155	155	211.35	211.35	300.00	182.14	0.00	1214.83	18.39
4	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.37
5	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.67
6	155	155	211.35	211.35	300.00	182.14	0.00	1214.83	18.34
7	155	155	257.35	257.35	300.00	223.95	201.35	1550.00	18.44
8	155	155	339.21	339.21	300.00	298.37	283.21	1870.00	18.17
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.31
16	155	155	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.53
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	368.67	368.67	300.00	310.00	312.67	1970.00	18.10
22	155	155	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.32
23	155	155	257.35	257.35	300.00	223.95	201.35	1550.00	18.15
24	155	155	200.81	200.81	288.68	172.56	144.81	1317.67	17.77

Tabela 36 – Resultados - P3O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.72
2	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33
3	155	155	212.32	212.32	300.00	183.02	0.00	1217.67	18.39
4	155	155	212.32	212.32	300.00	183.02	0.00	1217.67	17.87
5	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.34
6	155	155	212.32	212.32	300.00	183.02	0.00	1217.67	18.21
7	155	155	259.95	259.95	300.00	226.32	203.95	1560.17	18.37
8	155	155	334.35	334.35	300.00	293.95	278.35	1851.00	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	388.22	388.22	300.00	310.00	332.22	2028.67	18.71
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	384.78	384.78	300.00	310.00	328.78	2018.33	18.65
15	155	155	364.11	364.11	300.00	310.00	308.11	1956.33	18.69
16	155	155	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	384.78	384.78	300.00	310.00	328.78	2018.33	19.08
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	374.44	374.44	300.00	310.00	318.44	1987.33	18.10
22	155	155	329.87	329.87	300.00	289.88	273.87	1833.50	18.16
23	155	155	253.98	253.98	300.00	220.89	197.98	1536.83	18.39
24	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33

Tabela 37 – Resultados - P4O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	207.65	207.65	296.28	178.77	151.65	1352.00	18.72
2	155	155	227.82	227.82	300.00	197.11	0.00	1262.75	18.56
3	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.52
4	155	155	202.93	202.93	291.03	174.48	0.00	1181.38	18.37
5	155	155	202.93	202.93	291.03	174.48	0.00	1181.38	18.67
6	155	155	209.68	209.68	298.53	180.62	0.00	1208.50	18.44
7	155	155	258.34	258.34	300.00	224.85	202.34	1553.88	18.44
8	155	155	337.39	337.39	300.00	296.72	281.39	1862.88	18.40
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.64
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	384.50	384.50	300.00	310.00	328.50	2017.50	18.65
15	155	155	363.17	363.17	300.00	310.00	307.17	1953.50	18.69
16	155	155	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.47
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	384.50	384.50	300.00	310.00	328.50	2017.50	19.08
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	373.50	373.50	300.00	310.00	317.50	1984.50	18.10
22	155	155	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	18.29
23	155	155	253.38	253.38	300.00	220.35	197.38	1534.50	18.39
24	155	155	227.82	227.82	300.00	197.11	0.00	1262.75	18.42

Tabela 38 – Resultados - P4O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	224.09	224.09	300.00	193.72	168.09	1420.00	17.98
2	155	155	233.75	233.75	300.00	202.50	0.00	1280.00	18.33
3	155	155	213.12	213.12	300.00	183.75	0.00	1220.00	18.19
4	155	155	213.13	213.13	300.00	183.75	0.00	1220.00	17.86
5	155	155	197.61	197.61	285.13	169.65	0.00	1160.00	18.68
6	155	155	205.08	205.08	293.42	176.43	0.00	1190.00	18.44
7	155	155	256.07	256.07	300.00	222.79	200.07	1545.00	18.44
8	155	155	332.81	332.81	300.00	292.56	276.81	1845.00	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.69
16	155	155	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.53
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.06
22	155	155	332.81	332.81	300.00	292.56	276.81	1845.00	17.97
23	155	155	256.07	256.07	300.00	222.79	200.07	1545.00	18.19
24	155	155	249.67	249.67	300.00	216.98	193.67	1520.00	15.95

Tabela 39 – Resultados - P4O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	224.09	224.09	300.00	193.72	168.09	1420.00	17.98
2	155	155	234.27	234.27	300.00	202.97	0.00	1281.50	18.32
3	155	155	209.18	209.18	297.98	180.16	0.00	1206.50	18.52
4	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.37
5	155	155	202.96	202.96	291.07	174.51	0.00	1181.50	18.67
6	155	155	209.18	209.18	297.98	180.16	0.00	1206.50	18.44
7	155	155	262.47	262.47	300.00	228.60	206.47	1570.00	18.18
8	155	155	332.81	332.81	300.00	292.56	276.81	1845.00	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.30
15	155	155	352.00	352.00	300.00	310.00	296.00	1920.00	18.69
16	155	155	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.53
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	377.00	377.00	300.00	310.00	321.00	1995.00	18.06
22	155	155	332.81	332.81	300.00	292.56	276.81	1845.00	17.97
23	155	155	254.79	254.79	300.00	221.63	198.79	1540.00	18.31
24	155	155	225.67	225.67	300.00	195.16	0.00	1256.50	18.42

Tabela 40 – Resultados - P4O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	155	155	208.45	208.45	297.16	179.50	152.45	1356.00	18.72
2	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33
3	155	155	210.14	210.14	299.05	181.04	0.00	1210.38	18.52
4	155	155	204.70	204.70	293.00	176.09	0.00	1188.50	18.17
5	155	155	198.48	198.48	286.09	170.44	0.00	1163.50	18.67
6	155	155	210.14	210.14	299.05	181.04	0.00	1210.37	18.44
7	155	155	256.97	256.97	300.00	223.60	200.97	1548.50	18.44
8	155	155	335.47	335.47	300.00	294.97	279.47	1855.38	18.45
9	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.34
10	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155	155	389.08	389.08	300.00	310.00	333.08	2031.25	18.71
12	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155	155	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	18.65
15	155	155	363.25	363.25	300.00	310.00	307.25	1953.75	18.69
16	155	155	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
18	155	155	383.92	383.92	300.00	310.00	327.92	2015.75	19.13
19	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
20	155	155	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.21
21	155	155	376.17	376.17	300.00	310.00	320.17	1992.50	18.10
22	155	155	328.75	328.75	300.00	288.87	272.75	1829.12	18.29
23	155	155	252.49	252.49	300.00	219.53	196.49	1531.00	18.39
24	155	155	232.37	232.37	300.00	201.25	0.00	1276.00	18.33

B.3 Resultados do caso Térmico - COE AP-EST

Tabela 41 – Resultados - P1O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	218.33	195.17	1222.00	23.07
2	0.00	132.86	157.14	157.14	300.00	132.86	140.00	1020.00	20.35
3	108.50	155.00	230.87	230.87	0.00	199.88	174.87	1100.00	19.47
4	133.13	133.13	157.44	157.44	300.00	133.13	140.00	1154.25	18.50
5	133.13	133.13	157.44	157.44	300.00	133.13	140.00	1154.25	17.78
6	122.69	122.69	145.96	145.96	300.00	122.69	140.00	1100.00	19.31
7	155.00	155.00	233.56	233.56	300.00	202.33	177.56	1457.00	18.97
8	155.00	155.00	295.59	295.59	300.00	258.72	239.59	1699.50	19.19
9	155.00	155.00	348.67	348.67	300.00	306.98	292.67	1907.00	19.30
10	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	18.70
11	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.09
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	18.90
13	155.00	155.00	348.67	348.67	300.00	306.98	292.67	1907.00	18.56
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.45
16	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.10
17	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	19.48
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.03
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	17.90
22	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	17.76
23	108.50	108.50	321.75	200.00	300.00	217.00	240.00	1495.75	18.64
24	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.63

B.4 Resultados do caso Térmico - COE CCP-EST

Tabela 42 – Resultados - P1O2

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.68
2	0.00	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1015.00	22.60
3	108.50	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1123.50	19.47
4	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.50
5	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.23
6	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	19.00
7	155.00	155.00	262.47	262.47	300	228.60	206.47	1570.00	18.26
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	18.83
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.76
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.69
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.17
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.91
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.05
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.79
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.30
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.07
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.26
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.99
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.07
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	17.95
23	108.50	108.50	200.00	296.00	300	217.00	240.00	1470.00	18.47
24	155.00	155.00	236.88	236.88	300	205.35	180.88	1470.00	16.38

Tabela 43 – Resultados - P1O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.73
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1026.50	22.60
3	108.50	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1135.00	18.57
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.50
5	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.23
6	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	19.00
7	155.00	155.00	247.12	247.12	300.00	214.65	191.12	1510.00	18.29
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.83
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.76
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.69
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.26
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.30
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.03
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.95
23	108.50	108.50	200.00	336.00	300.00	217.00	240.00	1510.00	18.64
24	155.00	155.00	193.61	193.61	280.67	166.01	137.61	1281.50	17.98

Tabela 44 – Resultados - P1O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	229.52	207.48	1245.50	23.13
2	0.00	149.17	175.08	175.08	300.00	149.17	140.00	1088.50	20.37
3	108.50	147.14	172.86	172.86	300.00	147.14	140.00	1188.50	18.34
4	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	19.16
5	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	19.56
6	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	18.79
7	155.00	155.00	228.19	228.19	300.00	197.44	172.19	1436.00	17.94
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.39
9	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.43
10	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.91
11	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.09
12	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.35
13	155.00	155.00	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	18.80
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.94
15	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.45
16	155.00	155.00	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	19.01
17	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.50
18	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.09
19	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	19.65
20	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.09
21	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	17.90
22	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	17.57
23	108.50	108.50	200.00	339.50	300.00	217.00	240.00	1513.50	18.64
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	17.98

Tabela 45 – Resultados - P2O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	247.86	227.64	1284.00	22.48
2	0.00	132.86	157.14	157.14	300.00	132.86	140.00	1020.00	22.60
3	0.00	151.90	178.10	178.10	300.00	151.90	140.00	1100.00	19.52
4	0.00	142.38	167.62	167.62	300.00	142.38	140.00	1060.00	20.39
5	0.00	142.38	167.62	167.62	300.00	142.38	140.00	1060.00	19.34
6	108.50	126.07	149.68	149.68	300.00	126.07	140.00	1100.00	19.00
7	155.00	155.00	243.47	243.47	300.00	211.34	187.47	1495.75	18.49
8	155.00	155.00	299.56	299.56	300.00	262.33	243.56	1715.00	19.19
9	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	19.30
10	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	20.44
11	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	20.08
12	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	19.39
13	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	18.56
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.44
15	155.00	155.00	368.33	368.33	300.00	310.00	312.33	1969.00	18.45
16	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.71
17	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.23
18	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	20.88
19	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	20.18
20	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.55
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	19.41
22	155.00	155.00	303.52	303.52	300.00	265.93	247.52	1730.50	18.37
23	108.50	108.50	200.00	341.13	300.00	217.00	240.00	1515.12	18.04
24	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.36

Tabela 46 – Resultados - P2O2

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.73
2	0.00	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1015.00	22.60
3	108.50	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1123.50	19.47
4	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.50
5	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.23
6	124.62	124.62	148.08	148.08	300	124.62	140.00	1110.00	19.31
7	155.00	155.00	249.67	249.67	300	216.98	193.67	1520.00	18.26
8	155.00	155.00	300.84	300.84	300	263.49	244.84	1720.00	19.19
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.38
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.17
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.06
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.83
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.26
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.09
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.83
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.07
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	16.06
23	108.50	108.50	247.88	247.88	300	215.35	191.88	1420.00	19.92
24	155.00	155.00	236.88	236.88	300	205.35	180.88	1470.00	16.15

Tabela 47 – Resultados - P2O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.73
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1026.50	22.60
3	108.50	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1135.00	17.67
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.50
5	128.75	128.75	152.63	152.63	300.00	128.75	140.00	1131.50	18.38
6	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	19.00
7	155.00	155.00	231.77	231.77	300.00	200.70	175.77	1450.00	18.49
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	19.04
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.76
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.69
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.26
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.30
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.03
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	20.85
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.95
23	108.50	108.50	200.00	336.00	300.00	217.00	240.00	1510.00	18.64
24	155.00	155.00	193.61	193.61	280.67	166.01	137.61	1281.50	17.63

Tabela 48 – Resultados - P2O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	214.76	191.24	1214.50	23.13
2	0.00	155.00	223.27	0.00	300.00	192.97	167.27	1038.50	21.60
3	108.50	155.00	237.53	0.00	300.00	205.94	181.53	1188.50	18.34
4	155.00	155.00	221.55	0.00	300.00	191.41	165.55	1188.50	18.23
5	155.00	155.00	204.36	0.00	300.00	175.78	148.36	1138.50	18.38
6	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	19.20
7	155.00	155.00	228.19	228.19	300.00	197.44	172.19	1436.00	18.49
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.19
9	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	19.30
10	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.99
11	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	20.33
12	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	19.39
13	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	18.80
14	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	19.75
15	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.45
16	155.00	155.00	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	19.27
17	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	20.86
18	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.96
19	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	19.65
20	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.09
21	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	20.04
22	155.00	155.00	281.78	281.78	300.00	246.16	225.78	1645.50	19.39
23	108.50	108.50	200.00	339.50	300.00	217.00	240.00	1513.50	18.64
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	17.63

Tabela 49 – Resultados - P3O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	247.86	227.64	1284.00	22.40
2	0.00	155.00	0.00	216.91	300.00	187.19	160.91	1020.00	21.68
3	108.50	155.00	0.00	207.11	300.00	178.28	151.11	1100.00	19.52
4	151.79	151.79	0.00	177.97	300.00	151.79	140.00	1073.33	19.58
5	151.79	151.79	0.00	177.97	300.00	151.79	140.00	1073.33	19.56
6	122.69	122.69	145.96	145.96	300.00	122.69	140.00	1100.00	19.31
7	155.00	155.00	243.47	243.47	300.00	211.34	187.47	1495.75	18.97
8	155.00	155.00	298.24	298.24	300.00	261.12	242.24	1709.83	19.63
9	155.00	155.00	351.32	351.32	300.00	309.38	295.32	1917.33	19.30
10	155.00	155.00	354.56	354.56	300.00	310.00	298.56	1927.67	20.44
11	155.00	155.00	354.56	354.56	300.00	310.00	298.56	1927.67	20.08
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.11
13	155.00	155.00	346.03	346.03	300.00	304.57	290.03	1896.67	19.98
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.75
15	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	18.45
16	155.00	155.00	371.78	371.78	300.00	310.00	315.78	1979.33	19.01
17	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.75
18	155.00	155.00	354.56	354.56	300.00	310.00	298.56	1927.67	20.88
19	155.00	155.00	394.22	394.22	300.00	310.00	338.22	2046.67	20.18
20	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.33
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	20.04
22	155.00	155.00	316.74	316.74	300.00	277.95	260.74	1782.17	18.68
23	108.50	108.50	334.67	200.00	300.00	217.00	240.00	1508.67	18.64
24	155.00	155.00	240.17	240.17	300.00	208.33	184.17	1482.83	15.85

Tabela 50 – Resultados - P3O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.27
2	0.00	155.00	0.00	215.19	300.00	185.63	159.19	1015.00	22.60
3	108.50	155.00	0.00	183.33	300.00	156.67	140.00	1043.50	20.70
4	155.00	155.00	0.00	215.19	300.00	185.62	159.19	1170.00	18.50
5	155.00	155.00	0.00	183.33	300.00	156.67	140.00	1090.00	19.19
6	155.00	155.00	0.00	183.33	300.00	156.67	140.00	1090.00	20.72
7	155.00	155.00	0.00	306.85	300.00	268.96	250.85	1436.67	18.98
8	155.00	155.00	200.00	329.77	300.00	289.79	273.77	1703.33	19.19
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.60
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.91
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.03
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.26
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.81
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.37
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	296.57	296.57	300.00	259.61	240.57	1703.33	18.03
23	108.50	108.50	200.00	329.33	300.00	217.00	240.00	1503.33	18.83
24	155.00	155.00	195.30	195.30	282.56	167.55	139.30	1290.00	17.98

Tabela 51 – Resultados - P3O3

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.68
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300	134.40	140.00	1026.50	22.60
3	108.50	126.47	150.12	150.12	300	126.47	140.00	1101.67	19.40
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300	138.37	140.00	1181.50	18.15
5	131.96	131.96	156.15	156.15	300	131.96	140.00	1148.17	17.89
6	125.54	125.54	149.10	149.10	300	125.54	140.00	1114.83	19.12
7	155.00	155.00	226.65	226.65	300	196.05	170.65	1430.00	19.25
8	155.00	155.00	301.69	301.69	300	264.26	245.69	1723.33	19.19
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.76
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.69
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.26
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.30
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.03
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	301.69	301.69	300	264.26	245.69	1723.33	19.22
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	17.95
23	155.00	108.50	200.00	200.00	300	217.00	209.50	1390.00	19.65
24	155.00	155.00	236.88	236.88	300	205.35	180.88	1470.00	16.26

Tabela 52 – Resultados - P3O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	219.68	196.65	1224.83	23.13
2	0.00	155.00	0.00	217.54	300.00	187.76	161.54	1021.83	22.60
3	108.50	155.00	0.00	214.61	300.00	185.10	158.61	1121.83	18.32
4	147.36	147.36	0.00	173.09	300.00	147.36	140.00	1055.17	19.43
5	155.00	155.00	0.00	182.55	300.00	155.95	140.00	1088.50	19.34
6	155.00	155.00	0.00	182.55	300.00	155.95	140.00	1088.50	19.20
7	155.00	155.00	200.00	228.71	300.00	197.92	172.71	1409.33	19.34
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.28
9	155.00	155.00	352.06	352.06	300.00	310.00	296.06	1920.17	19.30
10	155.00	155.00	356.36	356.36	300.00	310.00	300.36	1933.08	20.44
11	155.00	155.00	364.11	364.11	300.00	310.00	308.11	1956.33	19.09
12	155.00	155.00	352.06	352.06	300.00	310.00	296.06	1920.17	19.82
13	155.00	155.00	352.06	352.06	300.00	310.00	296.06	1920.17	18.80
14	155.00	155.00	364.11	364.11	300.00	310.00	308.11	1956.33	19.44
15	155.00	155.00	374.44	374.44	300.00	310.00	318.44	1987.33	18.31
16	155.00	155.00	371.00	371.00	300.00	310.00	315.00	1977.00	19.01
17	155.00	155.00	352.06	352.06	300.00	310.00	296.06	1920.17	20.77
18	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.88
19	155.00	155.00	395.11	395.11	300.00	310.00	339.11	2049.33	19.65
20	155.00	155.00	356.36	356.36	300.00	310.00	300.36	1933.08	19.15
21	155.00	155.00	329.87	329.87	300.00	289.88	273.87	1833.50	19.41
22	155.00	155.00	311.52	311.52	300.00	273.20	255.52	1761.75	18.28
23	155.00	108.50	200.00	200.00	300.00	217.00	228.83	1409.33	19.28
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	17.98

Tabela 53 – Resultados - P4O1

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	225.71	203.29	1237.50	23.01
2	0.00	132.86	157.14	157.14	300	132.86	140.00	1020.00	23.36
3	0.00	151.90	178.10	178.10	300	151.90	140.00	1100.00	19.31
4	0.00	142.38	167.62	167.62	300	142.38	140.00	1060.00	19.43
5	0.00	142.38	167.62	167.62	300	142.38	140.00	1060.00	19.56
6	108.50	126.07	149.68	149.68	300	126.07	140.00	1100.00	19.00
7	155.00	155.00	250.91	250.91	300	218.10	194.91	1524.81	18.29
8	155.00	155.00	295.59	295.59	300	258.72	239.59	1699.50	19.19
9	155.00	155.00	350.66	350.66	300	308.78	294.66	1914.75	19.30
10	155.00	155.00	355.42	355.42	300	310.00	299.42	1930.25	18.91
11	155.00	155.00	355.42	355.42	300	310.00	299.42	1930.25	19.98
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300	310.00	302.00	1938.00	19.11
13	155.00	155.00	350.66	350.66	300	308.78	294.66	1914.75	18.56
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300	310.00	302.00	1938.00	19.44
15	155.00	155.00	358.00	358.00	300	310.00	302.00	1938.00	19.26
16	155.00	155.00	373.50	373.50	300	310.00	317.50	1984.50	19.01
17	155.00	155.00	358.00	358.00	300	310.00	302.00	1938.00	20.13
18	155.00	155.00	358.00	358.00	300	310.00	302.00	1938.00	20.88
19	155.00	155.00	396.17	396.17	300	310.00	340.17	2052.50	20.18
20	155.00	155.00	358.00	358.00	300	310.00	302.00	1938.00	19.15
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300	287.56	271.31	1823.50	19.41
22	155.00	155.00	309.47	309.47	300	271.34	253.47	1753.75	18.37
23	108.50	108.50	350.81	200.00	300	217.00	240.00	1524.81	18.83
24	155.00	155.00	240.99	240.99	300	209.08	184.99	1486.06	15.85

Tabela 54 – Resultados - P4O2

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.66
2	0.00	155.00	0.00	215.19	300.00	185.62	159.19	1015.00	22.60
3	108.50	152.90	0.00	179.19	300.00	152.90	140.00	1033.50	19.42
4	153.41	153.41	0.00	179.76	300.00	153.41	140.00	1080.00	19.58
5	153.41	153.41	0.00	179.76	300.00	153.41	140.00	1080.00	19.56
6	153.41	153.41	0.00	179.76	300.00	153.41	140.00	1080.00	19.35
7	155.00	155.00	0.00	326.91	300.00	287.19	270.91	1495.00	18.97
8	155.00	155.00	200.00	326.91	300.00	287.19	270.91	1695.00	19.28
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.60
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.91
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.61
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.19
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.26
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.70
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.30
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.07
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.58
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.24
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.70
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	17.95
23	108.50	108.50	346.00	200.00	300.00	217.00	240.00	1520.00	18.64
24	155.00	155.00	193.31	193.31	280.34	165.73	137.31	1280.00	17.75

Tabela 55 – Resultados - P4O3

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.68
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300	134.40	140.00	1026.50	21.68
3	108.50	146.31	171.94	171.94	300	146.31	140.00	1185.00	17.55
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300	138.37	140.00	1181.50	18.15
5	128.75	128.75	152.63	152.63	300	128.75	140.00	1131.50	18.46
6	143.17	143.17	168.49	168.49	300	143.17	140.00	1206.50	17.75
7	155.00	155.00	231.77	231.77	300	200.70	175.77	1450.00	18.98
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	18.83
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.76
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.69
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.77
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.99
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.82
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.26
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.54
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.30
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.03
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.37
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.61
21	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.17
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	17.95
23	108.50	108.50	200.00	271.00	300	217.00	215.00	1420.00	18.86
24	155.00	155.00	239.44	239.44	300	207.67	183.44	1480.00	16.38

Tabela 56 – Resultados - P4O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	222.14	199.36	1230.00	23.70
2	0.00	131.31	155.44	155.44	300.00	131.31	140.00	1013.50	21.68
3	108.50	141.19	166.31	166.31	300.00	141.19	140.00	1163.50	18.68
4	149.39	149.39	175.33	0.00	300.00	149.39	140.00	1063.50	19.43
5	149.39	149.39	175.33	0.00	300.00	149.39	140.00	1063.50	19.56
6	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	19.93
7	155.00	155.00	228.19	228.19	300.00	197.44	172.19	1436.00	18.98
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.19
9	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	19.30
10	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	20.44
11	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	20.08
12	155.00	155.00	357.44	357.44	300.00	310.00	301.44	1936.31	18.97
13	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	18.56
14	155.00	155.00	357.44	357.44	300.00	310.00	301.44	1936.31	19.30
15	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	18.45
16	155.00	155.00	373.58	373.58	300.00	310.00	317.58	1984.75	19.01
17	155.00	155.00	357.44	357.44	300.00	310.00	301.44	1936.31	20.13
18	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.96
19	155.00	155.00	394.25	394.25	300.00	310.00	338.25	2046.75	19.65
20	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.09
21	155.00	155.00	328.75	328.75	300.00	288.87	272.75	1829.12	19.41
22	155.00	155.00	311.52	311.52	300.00	273.20	255.52	1761.75	18.19
23	108.50	155.00	200.00	200.00	300.00	217.00	235.50	1416.00	18.86
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	17.98

Tabela 57 – Resultados - P1O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	210.95	187.05	1206.50	24.11
2	0.00	132.86	157.14	157.14	300.00	132.86	140.00	1020.00	22.52
3	108.50	151.90	178.10	178.10	300.00	151.90	140.00	1208.50	18.52
4	122.69	122.69	145.96	145.96	300.00	122.69	140.00	1100.00	19.31
5	133.13	133.13	157.44	157.44	300.00	133.13	140.00	1154.25	18.68
6	122.69	122.69	145.96	145.96	300.00	122.69	140.00	1100.00	20.14
7	155.00	155.00	233.56	233.56	300.00	202.33	177.56	1457.00	19.53
8	155.00	155.00	303.52	303.52	300.00	265.93	247.52	1730.50	19.68
9	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.73
10	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.82
11	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.04
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.60
13	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.87
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.05
15	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.69
16	155.00	155.00	378.67	378.67	300.00	310.00	322.67	2000.00	18.63
17	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.73
18	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.68
19	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.72
20	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.58
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	19.93
22	155.00	155.00	243.47	243.47	300.00	211.34	187.47	1495.75	21.73
23	108.50	108.50	360.50	200.00	300.00	217.00	240.00	1534.50	18.58
24	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.77

Tabela 58 – Resultados - P1O2

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1015.00	22.52
3	0.00	155.00	185.11	185.11	300	158.28	140.00	1123.50	19.22
4	108.50	142.74	168.01	168.01	300	142.74	140.00	1170.00	18.37
5	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.67
6	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.62
7	155.00	155.00	236.88	236.88	300	205.35	180.88	1470.00	19.22
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	18.83
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	288.05	288.05	300	251.86	232.05	1670.00	21.33
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	18.67
23	108.50	108.50	396.00	200.00	300	217.00	240.00	1570.00	17.87
24	155.00	155.00	236.88	236.88	300	205.35	180.88	1470.00	16.20

Tabela 59 – Resultados - P1O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1026.50	22.52
3	108.50	155.00	186.14	186.14	300.00	159.22	140.00	1235.00	17.68
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.37
5	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.67
6	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.62
7	155.00	155.00	277.81	277.81	300.00	242.56	221.81	1630.00	17.53
8	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.83
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	19.98
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.67
23	108.50	108.50	200.00	336.00	300.00	217.00	240.00	1510.00	18.65
24	155.00	155.00	193.61	193.61	280.67	166.01	137.61	1281.50	18.13

Tabela 60 – Resultados - P1O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	229.52	207.48	1245.50	23.59
2	0.00	149.17	175.08	175.08	300.00	149.17	140.00	1088.50	20.90
3	108.50	147.14	172.86	172.86	300.00	147.14	140.00	1188.50	18.52
4	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	19.89
5	139.71	139.71	164.68	164.68	300.00	139.71	140.00	1188.50	18.34
6	139.71	139.71	164.68	164.68	300.00	139.71	140.00	1188.50	18.49
7	155.00	155.00	228.19	228.19	300.00	197.44	172.19	1436.00	19.90
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.68
9	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.73
10	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.82
11	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.04
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.87
14	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.05
15	155.00	155.00	381.33	381.33	300.00	310.00	325.33	2008.00	18.69
16	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	19.85
18	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.68
19	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.72
20	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.58
21	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	19.93
22	155.00	155.00	281.78	281.78	300.00	246.16	225.78	1645.50	19.71
23	155.00	155.00	200.00	200.00	300.00	217.00	209.00	1436.00	19.40
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	18.33

Tabela 61 – Resultados - P2O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	210.95	187.05	1206.50	24.11
2	0.00	132.86	157.14	157.14	300.00	132.86	140.00	1020.00	22.52
3	108.50	151.90	178.10	178.10	300.00	151.90	140.00	1208.50	18.52
4	148.54	148.54	0.00	174.39	300.00	148.54	140.00	1060.00	20.04
5	148.54	148.54	0.00	174.39	300.00	148.54	140.00	1060.00	20.24
6	155.00	155.00	0.00	188.57	300.00	161.43	140.00	1100.00	20.14
7	155.00	155.00	200.00	245.09	300.00	212.81	189.09	1457.00	19.53
8	155.00	155.00	303.52	303.52	300.00	265.93	247.52	1730.50	19.68
9	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.73
10	155.00	155.00	368.33	368.33	300.00	310.00	312.33	1969.00	19.82
11	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.04
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.60
13	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.87
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.05
15	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.55
16	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.47
17	155.00	155.00	352.83	352.83	300.00	310.00	296.83	1922.50	21.07
18	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.68
19	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.72
20	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.58
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	19.93
22	155.00	155.00	243.47	243.47	300.00	211.34	187.47	1495.75	21.73
23	108.50	108.50	360.50	200.00	300.00	217.00	240.00	1534.50	18.58
24	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.77

Tabela 62 – Resultados - P2O2

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1015.00	22.52
3	0.00	155.00	185.11	185.11	300	158.28	140.00	1123.50	19.22
4	108.50	142.74	168.01	168.01	300	142.74	140.00	1170.00	18.37
5	136.15	136.15	160.77	160.77	300	136.15	140.00	1170.00	18.67
6	124.62	124.62	148.08	148.08	300	124.62	140.00	1110.00	20.14
7	155.00	155.00	211.30	211.30	300	182.09	155.30	1370.00	20.57
8	155.00	155.00	300.84	300.84	300	263.49	244.84	1720.00	19.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	19.98
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	18.67
23	108.50	155.00	200.00	200.00	300	217.00	239.50	1420.00	19.65
24	155.00	155.00	249.67	249.67	300	216.98	193.67	1520.00	15.95

Tabela 63 – Resultados - P2O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1026.50	22.52
3	108.50	146.31	171.94	171.94	300.00	146.31	140.00	1185.00	18.54
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.37
5	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.67
6	128.75	128.75	152.62	152.62	300.00	128.75	140.00	1131.50	19.56
7	155.00	155.00	231.77	231.77	300.00	200.70	175.77	1450.00	19.90
8	155.00	155.00	295.72	295.72	300.00	258.84	239.72	1700.00	19.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	19.98
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.67
23	108.50	108.50	200.00	336.00	300.00	217.00	240.00	1510.00	18.65
24	155.00	155.00	193.61	193.61	280.67	166.01	137.61	1281.50	18.13

Tabela 64 – Resultados - P2O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	229.52	207.48	1245.50	23.59
2	0.00	137.26	161.99	161.99	300.00	137.26	140.00	1038.50	22.16
3	108.50	147.14	172.86	172.86	300.00	147.14	140.00	1188.50	18.52
4	120.48	120.48	143.53	143.53	300.00	120.48	140.00	1088.50	19.89
5	139.71	139.71	164.68	164.68	300.00	139.71	140.00	1188.50	18.34
6	130.10	130.10	154.11	154.11	300.00	130.10	140.00	1138.50	19.42
7	155.00	155.00	228.19	228.19	300.00	197.44	172.19	1436.00	19.90
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.68
9	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.73
10	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.82
11	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.04
12	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	19.61
13	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.87
14	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.05
15	155.00	155.00	386.50	386.50	300.00	310.00	330.50	2023.50	18.69
16	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155.00	155.00	354.21	354.21	300.00	310.00	298.21	1926.62	21.07
18	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.68
19	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.72
20	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.58
21	155.00	155.00	325.40	325.40	300.00	285.81	269.40	1816.00	19.93
22	155.00	155.00	281.78	281.78	300.00	246.16	225.78	1645.50	19.71
23	108.50	155.00	200.00	200.00	300.00	217.00	215.50	1396.00	20.13
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	18.33

Tabela 65 – Resultados - P3O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	228.17	205.99	1242.67	23.61
2	0.00	139.21	164.13	164.13	300.00	139.21	140.00	1046.67	22.16
3	108.50	151.90	178.10	178.10	300.00	151.90	140.00	1208.50	18.52
4	151.79	151.79	0.00	177.97	300.00	151.79	140.00	1073.33	20.04
5	151.79	151.79	0.00	177.97	300.00	151.79	140.00	1073.33	20.14
6	155.00	155.00	0.00	188.57	300.00	161.43	140.00	1100.00	20.14
7	155.00	155.00	200.00	249.53	300.00	216.85	193.53	1469.92	19.49
8	155.00	155.00	303.52	303.52	300.00	265.93	247.52	1730.50	19.68
9	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.73
10	155.00	155.00	364.89	364.89	300.00	310.00	308.89	1958.67	19.82
11	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.04
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.60
13	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.87
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.05
15	155.00	155.00	386.44	386.44	300.00	310.00	330.44	2023.33	18.69
16	155.00	155.00	351.32	351.32	300.00	309.38	295.32	1917.33	19.70
17	155.00	155.00	354.56	354.56	300.00	310.00	298.56	1927.67	21.07
18	155.00	155.00	351.32	351.32	300.00	309.38	295.32	1917.33	21.28
19	155.00	155.00	351.32	351.32	300.00	309.38	295.32	1917.33	20.88
20	155.00	155.00	364.89	364.89	300.00	310.00	308.89	1958.67	19.58
21	155.00	155.00	327.31	327.31	300.00	287.56	271.31	1823.50	19.93
22	155.00	155.00	316.74	316.74	300.00	277.95	260.74	1782.17	18.67
23	108.50	108.50	200.00	360.50	300.00	217.00	240.00	1534.50	18.58
24	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.77

Tabela 66 – Resultados - P3O2

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	131.67	155.83	155.83	300	131.67	140.00	1015.00	22.52
3	0.00	138.45	163.30	163.30	300	138.45	140.00	1043.50	20.89
4	0.00	149.52	175.48	175.48	300	149.52	140.00	1090.00	19.89
5	108.50	142.74	168.01	168.01	300	142.74	140.00	1170.00	18.67
6	128.46	128.46	152.31	152.31	300	128.46	140.00	1130.00	19.56
7	155.00	155.00	228.36	228.36	300	197.60	172.36	1436.67	19.90
8	155.00	155.00	305.10	305.10	300	267.36	249.10	1736.67	19.52
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	305.10	305.10	300	267.36	249.10	1736.67	20.62
22	155.00	155.00	270.99	270.99	300	236.36	214.99	1603.33	20.40
23	108.50	155.00	200.00	200.00	300	217.00	222.83	1403.33	20.13
24	155.00	155.00	245.41	245.41	300	213.10	189.41	1503.33	16.00

Tabela 67 – Resultados - P3O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1026.50	22.52
3	108.50	150.28	176.31	176.31	300.00	150.28	140.00	1201.67	18.52
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.37
5	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.67
6	125.54	125.54	149.10	149.10	300.00	125.54	140.00	1114.83	19.85
7	155.00	155.00	226.65	226.65	300.00	196.05	170.65	1430.00	19.90
8	155.00	155.00	301.69	301.69	300.00	264.26	245.69	1723.33	19.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	301.69	301.69	300.00	264.26	245.69	1723.33	20.62
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300.00	275.12	257.63	1770.00	18.67
23	155.00	155.00	200.00	200.00	300.00	217.00	203.00	1430.00	19.59
24	155.00	155.00	200.81	200.81	288.68	172.56	144.81	1317.67	17.77

Tabela 68 – Resultados - P3O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	229.52	207.48	1245.50	23.59
2	0.00	133.29	157.62	157.62	300.00	133.29	140.00	1021.83	22.52
3	108.50	154.09	180.50	180.50	300.00	154.09	140.00	1217.67	18.39
4	155.00	155.00	182.55	0.00	300.00	155.95	140.00	1088.50	19.89
5	147.36	147.36	173.09	0.00	300.00	147.36	140.00	1055.17	20.24
6	126.89	126.89	150.58	150.58	300.00	126.89	140.00	1121.83	19.85
7	155.00	155.00	228.19	228.19	300.00	197.44	172.19	1436.00	19.90
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.68
9	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.73
10	155.00	155.00	367.56	367.56	300.00	310.00	311.56	1966.67	19.82
11	155.00	155.00	364.11	364.11	300.00	310.00	308.11	1956.33	20.04
12	155.00	155.00	356.36	356.36	300.00	310.00	300.36	1933.08	19.61
13	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.87
14	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.05
15	155.00	155.00	388.22	388.22	300.00	310.00	332.22	2028.67	18.69
16	155.00	155.00	391.67	391.67	300.00	310.00	335.67	2039.00	18.47
17	155.00	155.00	356.36	356.36	300.00	310.00	300.36	1933.08	21.06
18	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.68
19	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.72
20	155.00	155.00	364.11	364.11	300.00	310.00	308.11	1956.33	19.58
21	155.00	155.00	329.87	329.87	300.00	289.88	273.87	1833.50	19.93
22	155.00	155.00	287.07	287.07	300.00	250.97	231.07	1666.17	19.71
23	155.00	108.50	200.00	200.00	300.00	217.00	228.83	1409.33	20.13
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	18.33

Tabela 69 – Resultados - P4O1

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	210.95	187.05	1206.50	24.11
2	0.00	132.86	157.14	157.14	300.00	132.86	140.00	1020.00	22.52
3	108.50	151.90	178.10	178.10	300.00	151.90	140.00	1208.50	18.52
4	153.41	153.41	0.00	179.76	300.00	153.41	140.00	1080.00	20.04
5	153.41	153.41	0.00	179.76	300.00	153.41	140.00	1080.00	20.14
6	155.00	155.00	0.00	188.57	300.00	161.43	140.00	1100.00	20.14
7	155.00	155.00	200.00	248.42	300.00	215.84	192.42	1466.69	19.52
8	155.00	155.00	303.52	303.52	300.00	265.93	247.52	1730.50	19.68
9	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.73
10	155.00	155.00	368.33	368.33	300.00	310.00	312.33	1969.00	19.82
11	155.00	155.00	363.17	363.17	300.00	310.00	307.17	1953.50	20.04
12	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.60
13	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	19.87
14	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.05
15	155.00	155.00	384.50	384.50	300.00	310.00	328.50	2017.50	18.69
16	155.00	155.00	390.33	390.33	300.00	310.00	334.33	2035.00	18.47
17	155.00	155.00	355.42	355.42	300.00	310.00	299.42	1930.25	21.07
18	155.00	155.00	363.17	363.17	300.00	310.00	307.17	1953.50	20.68
19	155.00	155.00	358.00	358.00	300.00	310.00	302.00	1938.00	20.72
20	155.00	155.00	363.17	363.17	300.00	310.00	307.17	1953.50	19.58
21	155.00	155.00	330.67	330.67	300.00	290.61	274.67	1836.62	19.93
22	155.00	155.00	284.40	284.40	300.00	248.55	228.40	1655.75	19.71
23	108.50	108.50	200.00	360.50	300.00	217.00	240.00	1534.50	18.58
24	155.00	155.00	200.68	200.68	288.53	172.43	144.68	1317.00	17.77

Tabela 70 – Resultados - P4O2

T\1I	1.0	2.0	3.0	4.0	5	6.0	7.0	C	P
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	124.52	147.98	147.98	300	124.52	140.00	985.00	23.23
3	0.00	136.07	160.68	160.68	300	136.07	140.00	1033.50	20.89
4	0.00	147.14	172.86	172.86	300	147.14	140.00	1080.00	20.04
5	0.00	147.14	172.86	172.86	300	147.14	140.00	1080.00	20.14
6	108.50	128.45	152.30	152.30	300	128.45	140.00	1110.00	20.14
7	155.00	155.00	230.49	230.49	300	199.53	174.49	1445.00	19.90
8	155.00	155.00	300.84	300.84	300	263.49	244.84	1720.00	19.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	300.84	300.84	300	263.49	244.84	1720.00	20.62
22	155.00	155.00	313.63	313.63	300	275.12	257.63	1770.00	18.67
23	108.50	155.00	200.00	200.00	300	217.00	239.50	1420.00	19.65
24	155.00	155.00	249.67	249.67	300	216.98	193.67	1520.00	15.95

Tabela 71 – Resultados - P4O3

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	192.86	167.14	1168.50	24.39
2	0.00	134.40	158.85	158.85	300.00	134.40	140.00	1026.50	22.52
3	108.50	152.26	178.49	178.49	300.00	152.26	140.00	1210.00	18.52
4	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.37
5	138.37	138.37	163.20	163.20	300.00	138.37	140.00	1181.50	18.67
6	123.94	123.94	147.34	147.34	300.00	123.94	140.00	1106.50	20.14
7	155.00	155.00	231.77	231.77	300.00	200.70	175.77	1450.00	19.90
8	155.00	155.00	304.67	304.67	300.00	266.98	248.67	1735.00	19.68
9	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
10	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.54
11	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.32
12	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.48
13	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.39
14	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.65
15	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.58
16	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	17.55
17	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.26
18	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.46
19	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	19.45
20	155.00	155.00	400.00	400.00	300.00	310.00	350.00	2070.00	18.33
21	155.00	155.00	304.67	304.67	300.00	266.98	248.67	1735.00	20.62
22	155.00	155.00	286.77	286.77	300.00	250.70	230.77	1665.00	19.71
23	155.00	108.50	200.00	200.00	300.00	217.00	239.50	1420.00	19.65
24	155.00	155.00	188.63	188.63	275.14	161.48	132.63	1256.50	18.42

Tabela 72 – Resultados - P4O4

T\I	1	2	3	4	5	6	7	Cota	Preço
1	0.00	108.50	200.00	200.00	300.00	229.52	207.48	1245.50	23.59
2	0.00	137.26	161.99	161.99	300.00	137.26	140.00	1038.50	22.16
3	108.50	152.35	178.59	178.59	300.00	152.35	140.00	1210.38	18.52
4	155.00	155.00	0.00	182.55	300.00	155.95	140.00	1088.50	19.89
5	149.39	149.39	0.00	175.33	300.00	149.39	140.00	1063.50	20.24
6	155.00	155.00	0.00	195.64	300.00	167.86	140.00	1113.50	19.85
7	155.00	155.00	197.49	197.49	300.00	169.53	141.49	1316.00	21.44
8	155.00	155.00	297.64	297.64	300.00	260.58	241.64	1707.50	19.68
9	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.73
10	155.00	155.00	368.42	368.42	300.00	310.00	312.42	1969.25	19.82
11	155.00	155.00	363.25	363.25	300.00	310.00	307.25	1953.75	20.04
12	155.00	155.00	357.44	357.44	300.00	310.00	301.44	1936.31	19.61
13	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	19.87
14	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.05
15	155.00	155.00	389.08	389.08	300.00	310.00	333.08	2031.25	18.69
16	155.00	155.00	351.22	351.22	300.00	309.29	295.22	1916.94	19.70
17	155.00	155.00	357.44	357.44	300.00	310.00	301.44	1936.31	21.00
18	155.00	155.00	351.22	351.22	300.00	309.29	295.22	1916.94	21.28
19	155.00	155.00	360.67	360.67	300.00	310.00	304.67	1946.00	20.72
20	155.00	155.00	365.83	365.83	300.00	310.00	309.83	1961.50	19.58
21	155.00	155.00	328.75	328.75	300.00	288.87	272.75	1829.13	19.93
22	155.00	155.00	285.74	285.74	300.00	249.77	229.74	1661.00	19.71
23	108.50	155.00	200.00	200.00	300.00	217.00	215.50	1396.00	20.13
24	155.00	155.00	192.51	192.51	279.46	165.01	136.51	1276.00	18.33

ANEXO A – Comprovante das atividades desenvolvidas

Comparative Analysis of Stochastic Models for Strategic Offering Problem for Price-Maker Generation Companies

1st Tiago Gomes Cabana
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Bauru - SP, Brasil
tiago.cabana@unesp.br

2nd Matheus Leal
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Bauru - SP, Brasil
matheus.m.leal@unesp.br

3rd Leonardo Nepomuceno
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Bauru - SP, Brasil
leonardo.nepomuceno@unesp.br

***Abstract*—This paper presents and evaluates two stochastic models for Strategic Offering Problem (COE) for a Price-Maker Generation Company (CGPM) in day-ahead pool-based electricity markets. Uncertainties regarding demand bids and competitors' offers are incorporated at different modeling stages: the COE model with Stochastic Quota-Price Curve (COE CCP-EST) synthesizes a single stochastic Quota-Price Curve (CCP) applied to a deterministic self-scheduling model, whereas the Stochastic Self-Scheduling COE approach (COE AP-EST) generates multiple deterministic CCPs to feed a stochastic self-scheduling model. Additionally, the sensitivity of the Block Ordering Matrix, used in the CCP construction models, is analyzed regarding the power discretization level of the offered blocks and offer ordering strategies under two market environments: one that considers the physical and operating constraints of the generating units after market clearing, and another in which these constraints are considered during market clearing itself. Based on 64 numerical experiments, it was found that the offer partitioning strategy systematically increases the expected profit, with the combination of partitioning into four blocks ordered by descending power being the ideal offer structure. The results demonstrate that the COE CCP-EST model outperformed COE AP-EST across all fronts, highlighting the superiority of stochastic treatment in the CCP construction phase.**

***Index Terms*—Day-ahead markets, Price-Maker Generation Company, Strategic Offering, Quota-Price Curve, Stochastic Optimization, Self-Scheduling.**

I. Introdução

A comercialização de energia, em qualquer país, necessita ser estruturada de modo que toda a demanda de um local seja atendida, de acordo com a geração disponível. De um modo geral, os mercados de energia podem ser divididos em mercados não organizados, em que companhias geradoras e consumidores realizam negociações diretamente, como o Ambiente de Contratação Livre no Brasil, e mercados organizados em que existe a presença de um Operador de Mercado, sendo este mercado no Brasil o Ambiente de Contratação Regulada [1] [2].

Um exemplo de mercado organizado é o mercado do dia seguinte do tipo *pool*, em que as companhias geradoras fazem ofertas de venda de blocos de energia e os consumidores fazem lances de compra de blocos de energia, ambos na estrutura preço/potência [$/MW]. O Operador de Mercado, através do algoritmo de Procedimento de Equilíbrio de Mercado, realiza o fechamento de mercado, determinando as potências despachadas e o preço de equilíbrio [3] [2]. Além disso, no mercado do tipo *pool*, as restrições físicas e operativas das unidades podem ser consideradas diretamente no modelo de leilão [4] ou posteriormente ao fechamento do mercado [5].

Nesse contexto competitivo, a elaboração de estratégias de oferta de blocos pelas companhias geradoras depende do seu grau de influência sobre a formação dos preços. Agentes de menor porte, denominados de Companhias Geradoras *Price-Taker* (CGPT), focam seus esforços na previsão de preços de equilíbrio por meio de modelos de séries temporais, redes neurais e programação estocástica [6]–[9]. Por outro lado, grandes companhias que possuem capacidade de alterar o equilíbrio de mercado através de suas decisões de oferta, chamadas de Companhias Geradoras *Price-Maker* (CGPM), utilizam os modelos de Cálculos de Ofertas Estratégicas (COE) para maximizar seus lucros, seja através de modelos bi-níveis [10] [11] [12] [13] ou utilizando a Curva Cota-Preço (CCP) [14]–[17], em que a CCP é utilizada como um parâmetro de entrada no modelo de Autoprodução (AP).

Independentemente do tipo de modelo adotado, as companhias geradoras enfrentam incertezas para determinar a oferta ótima, sendo estas incertezas centradas nas ações dos demais agentes. No trabalho de [14], essas incertezas foram incorporadas na construção da Curva Cota-Preço por Otimização com programação estocástica. Este trabalho amplia esta desenvolvida, de modo que aperfeiçoar o modelo de construção da Curva Cota-Preço Estocástica e propõe um novo modelo de COE, em que as incertezas são tratadas no modelo de AP, também de forma estocástica. Por fim, também é realizado um estudo na matriz de ordenação dos blocos, utilizado na construção da CCP.

II. Modelos de Cálculos de Ofertas Estratégicas

A partir do momento em que os resultados dos leilões de energia são divulgados publicamente, as companhias geradoras são capazes de criar um banco de dados com os blocos de

UM ESTUDO DE CASO SOBRE OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA DE ALOCAÇÃO DE SALAS DE AULA

Alessandro João Ruiz Svizzero[1]; Marina Valença Alencar[1], Tiago Gomes Cabana[1]

[1]Área de Ciências Exatas – Centro Universitário Sagrado Coração
alessandro.965246@alunos.unisagrado.edu.br, marina.alencar@unisagrado.edu.br,
tiago.cabana@unisagrado.edu.br

Tipo de pesquisa: Iniciação Cientifica com bolsa – PIBIC
Agência de fomento: FAP/UNISAGRADO
Área do conhecimento: Exatas – Engenharia de Produção

O presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre a otimização da logística de alocação de salas de aula. Propõe-se um modelo de programação linear inteira que considera restrições de capacidade, horários, deslocamentos e afinidade entre docentes e disciplinas. O modelo foi implementado e testado em um estudo de caso fictício envolvendo dez turmas, 14 salas, 30 disciplinas e 15 docentes. Os resultados indicam que cada turma foi predominantemente alocada a uma única sala durante a semana, minimizando deslocamentos de alunos e professores e evitando o uso fragmentado de espaços. A grade horária gerada não apresentou janelas entre as aulas, promovendo continuidade e eficiência no tempo de permanência na instituição. A alocação de docentes às disciplinas respeitou critérios de afinidade, evidenciando a adequação do modelo. Em síntese, o estudo demonstra a eficácia do modelo na otimização do uso de espaços físicos e na organização do cronograma acadêmico, oferecendo suporte à tomada de decisão em instituições de ensino.
Palavras-chave: Otimização; Problema de Alocação de Salas; Logística.