UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO

SEBASTIÃO ORLANDO DO NASCIMENTO FILHO

**Modelagem e otimização de cenários regulatórios para o setor elétrico brasileiro
considerando a inserção de sistemas de armazenamento de energia**

São Carlos

2019

SEBASTIÃO ORLANDO DO NASCIMENTO FILHO

**Modelagem e otimização de cenários regulatórios para o setor elétrico brasileiro
considerando a inserção de sistemas de armazenamento de energia**

Dissertação apresentada ao Programa de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em ciências.

Área de concentração: Sistemas de Potência

Orientador: Rogério Andrade Flauzino

São Carlos

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Nascimento Filho, Sebastião Orlando do

N244m Modelagem e otimização de cenários regulatórios para o setor elétrico brasileiro considerando a inserção de sistemas de armazenamento de energia / Sebastião Orlando do Nascimento Filho; orientador Rogério Andrade Flauzino. São Carlos, 2019.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Área de Concentração em Sistemas de Potência – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2019.

1.Sistema Elétrico. 2. Armazenamento de Energia. 3. Bandeiras Tarifárias. 4. Sistemas Inteligentes.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **SEBASTIÃO ORLANDO DO NASCIMENTO FILHO**.

Título da dissertação: "Modelagem e otimização de cenários regulatórios para o setor elétrico brasileiro considerando a inserção de sistemas de armazenamento de energia".

Data da defesa: 14/01/2020.

Comissão Julgadora:

Prof. Associado **Rogério Andrade Flauzino**
(Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Prof. Dr. **Hélder de Paula**
(Universidade Federal de Uberlândia/UFU)

Prof. Dr. **Ricardo Augusto Souza Fernandes**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Resultado:

Aprovado

Aprovado

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica:
Prof. Titular **Ivan Nunes da Silva**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

A minha esposa e minhas duas filhas pela compreensão e apoio incondicional ao longo do período de elaboração deste trabalho e aos meus pais, com gratidão e amor, pela dedicação e suporte de sempre.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrada a minha gratidão a todas as pessoas que me apoiaram e contribuíram para elaboração desse trabalho e, diante disso, me desculpo por alguma omissão.

Aos meus professores pelos ensinamentos que me possibilitaram chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rogério Andrade Flauzino, pela atenção e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho, colaborando com sua sabedoria e experiência.

Ao Dr. Paulo Eduardo Malaquias que me incentivou e sempre esteve disponível para me ajudar com as dúvidas que surgiram ao longo do período deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da EESC pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

RESUMO

Nascimento Filho, Sebastião Orlando do. **Modelagem e otimização de cenários regulatórios para o setor elétrico brasileiro considerando a inserção de sistemas de armazenamento de energia**. 247p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

O surgimento de novas fontes renováveis de geração, que possuem características de geração intermitentes, operando em conjunto com a geração hidroelétrica e sistemas de armazenamento de energia, gerou a necessidade de definição de novos procedimentos regulatórios e cenários de comercialização adequados. Dessa forma, existem grandes esforços na proposição de novos aspectos de regulação, legislação e comercialização desses novos tipos de tecnologia, bem como para a sua utilização de forma híbrida. Neste contexto, esse trabalho apresenta informações sobre o cenário internacional no âmbito de utilização de sistemas de armazenamento de energia, bem como a legislação atual de alguns países em relação ao armazenamento de energia e as formas de tarifação de geração. Além do detalhamento das principais tecnologias de armazenamento de energia existentes, o trabalho também apresenta simulações computacionais para otimização de bandeiras tarifárias para venda de energia gerada em usinas hidroelétricas. As simulações, realizadas utilizando algoritmos genéticos, possibilitam a análise de viabilidade de utilização de armazenamento de energia gerada e que possam se reverter em alternativas para o atendimento otimizado de curvas de demanda, bem como a majoração das receitas.

Palavras Chave: Sistema elétrico de Potência, Armazenamento de Energia, Bandeiras tarifárias, Sistemas Inteligentes.

ABSTRACT

Nascimento Filho, Sebastião Orlando do. **Modeling and optimization of regulatory scenarios for the Brazilian electric sector considering the insertion of energy storage systems**. 247p. Master Dissertation – São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2019.

The emergence of new renewable generation sources, which have intermittent generation characteristics, operating together with hydroelectric generation and energy storage systems, resulted in the need to define new regulatory procedures and appropriate marketing scenarios. Thus, there are great efforts in proposing new aspects of regulation, legislation and commercialization of these new types of technology, as well as for their hybrid use. In this context, this paper presents information about the international scenario regarding the use of energy storage systems, as well as the current legislation of some countries regarding energy storage and the forms of generation charging systems. In addition to detailing the main existing energy storage technologies, the paper also presents computer simulations to optimize the tariff for hydroelectric power plants energy sales. The simulations, using genetic algorithms, enable the viability analysis of energy storage utilization that may be reverted in alternatives for the optimized attendance of demand curves, as well as the increase of revenues.

Keywords: Electric Power System, Energy Storage, Tariff Flags, Intelligent Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ranking mundial de capacidade instalada de Energia hidroelétrica em 2017	26
Figura 2 - Crescimento da capacidade instalada de energia hidroelétrica do brasil	26
Figura 3 – Distribuição das fontes energéticas do brasil	27
Figura 4 - Visão geral das relações entre os ambientes de contração.....	28
Figura 5 - Crescimento de capacidade instalada em energia renovável.....	30
Figura 6 - Crescimento de Capacidade de geração da China em fontes eólicas e solar fotovoltaica	31
Figura 7 - Ranking mundial de capacidade instalada de Energia Eólica em 2017.....	31
Figura 8 - Ranking mundial de capacidade instalada em Solar Fotovoltaica em 2017	32
Figura 9 - Crescimento da capacidade instalada de Energia Solar Fotovoltaica do Brasil.....	32
Figura 10 - Crescimento da capacidade instalada de Energia Eólica do Brasil	33
Figura 11 - Classificação das Diferentes Tecnologias de Armazenamento de Energia Existentes.....	36
Figura 12 – Sistema de armazenamento por bombeamento de água em usinas hidroelétricas.	37
Figura 13 – Sistema de armazenamento por ar comprimido em cavernas subterrâneas.....	39
Figura 14 – Diagrama da estrutura de um volante de inércia.	40
Figura 15 – Representação da composição eletroquímica de um supercapacitor.	42
Figura 16 - Representação dos Super Condutores Magnéticos	44
Figura 17 - Topologia de uma planta Solar com Armazenamento de Energia baseado em Sal Fundido	45
Figura 18 - Conceito de Células de Combustível.....	47
Figura 19 – Modo de funcionamento da bateria de fluxo regenerativa e os seus componentes.	49
Figura 20 - Princípio de operação da Bateria	51
Figura 21 - Pprincípio de funcionamento de uma bateria chumbo-ácido	53
Figura 22 - Esquemático de funcionamento da bateria Sódio-Enxofre	55
Figura 23 - Representação esquemática do funcionamento de uma bateria de Íons-Lítio.....	56
Figura 24 - Estado da arte e desenvolvimento previsto para as tecnologias de armazenamento de energia mais promissoras	59
Figura 25 – Posição de tecnologias de armazenamento de energia de acordo com sua classificação de potência e tempo de descarga.....	60
Figura 26 – Relação entre energia armazenada e potência para as diversas tecnologias de armazenamento.....	60
Figura 27 – Relação entre as densidades de potência e de energia para algumas tecnologias de armazenamento.....	61
Figura 28 - Quantidade de sistemas armazenamento no mundo	63
Figura 29 - potência instalada de sistemas de armazenamento no mundo	63
Figura 30 - sistema de armazenamento de energia com baterias da uhe bariri	64
Figura 31 - Representação do fluxo de potência do projeto.	65
Figura 32 - Conjunto de Baterias montado no Rack	66
Figura 33 - Componentes do Rack de Potência	67
Figura 34 - Painel de Controle.....	67
Figura 35 - Rack de TI.....	68
Figura 36 - Visão Interna do Container	68
Figura 37 - IHM do Sistema Advancion.....	69
Figura 38 - Distribuição das fontes de energia entre os países europeus	72
Figura 39 - Cronograma das Ordens FERC que impactaram a utilização de Energy Storage.....	77

Figura 40 - Necessidade de instalação de sistemas de armazenamento de energia para as concessionárias privadas da Califórnia	78
Figura 41 - Fluxograma De Execução Do AG.....	87
Figura 42 - Método da roleta.....	91
Figura 43 - Método do torneio	92
Figura 44 - método da amostragem universal estocástica	92
Figura 45 - Exemplo de Mutação	93
Figura 46 - exemplo de cruzamento de ponto	94
Figura 47 - exemplo de cruzamento de dois pontos	94
Figura 48 - exemplo de cruzamento uniforme	95
Figura 49 - Custos de referência para um projeto de Sistema de Armazenamento de Energia de 1MW/1MWh.....	113
Figura 50 - Comparativo entre receitas e despesas com a implantação do sistema de armazenamento de energia.....	116
Figura 51 – Parcela necessária para viabilizar a implantação do sistema de armazenamento de energia.	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos sistemas de armazenamento de energia	62
Tabela 2 – Cenário de Diferenciação das Bandeiras tarifárias em dias de semanas aplicadas pela SCE na modalidade Tou-D-Prime.....	80
Tabela 3 - Tarifas aplicadas pela SCE durante os dias de semana	80
Tabela 4 - Cenário de diferenciação das bandeiras tarifárias em finais de semana aplicadas pela SCE na modalidade TOU-D-PRIME.....	81
Tabela 5 - Tarifas aplicadas pela SE durante os finais de semana	81
Tabela 6 - Cenário de diferenciação das bandeiras tarifárias na Espanha	82
Tabela 7 - Tipos de tarifas aplicadas pela Espanha.....	83
Tabela 8 - Valor de aptidão de indivíduos de uma população.....	90
Tabela 9 – representação do somatório dos fatores multiplicativos	97
Tabela 10 – Bandeiras Tarifárias para 2 Períodos, 6 Banderias e Majoração/Minoração 80%.	98
Tabela 11 – Representação do somatório dos fatores multiplicativos da tabela 5.....	98
Tabela 12 - Geração Típica de uma Usina Hidroelétrica	100
Tabela 13 – Resultados financeiros da Usina Hidroelétrica através da tarifa convencionada	101
Tabela 14 - bandeiras tarifárias para 2 períodos, 3 bandeiras e majoração de 80%.....	102
Tabela 15 - Incremento de Receita Gerado pela Nova Modalidade Tarifária	103
Tabela 16 - Comparativo de Receitas entre as 2 Modalidades Tarifárias.....	103
Tabela 17 – Comparação entre os Resultados das Simulações	104
Tabela 18 - Geração de Usina Hidroelétrica em Condições Hidrológicas Favoráveis.....	105
Tabela 19 – Comparação entre o resultado das simulações em um ano com boas condições hidrológicas	106
Tabela 20 - Resumo dos Melhores Resultados das Simulações.....	106
Tabela 21 - Incremento de Geração com a utilização do armazenamento de energia	111
Tabela 22 - Incremento de receita com a aplicação da nova modalidade tarifária em conjunto com a utilização do armazenamento de energia	112
Tabela 23 - Comparativo entre receitas com nova Modalidade Tarifária e com a utilização do Sistema d Armazenamento de Energia	112
Tabela 24 - Composição do custo do Sistema de Armazenamento de Energia de 16MWh.....	114
Tabela 25 - Comparativo entre receitas e despesas da instalação de um sistema de armazenamento de energia	115
Tabela 26 - Decomposição do custo em um sistema de armazenamento de energia de 1MWh	118
Tabela 27 - Geração com Armazenamento de Energia e Fatores de Distribuição sem o Valor da Tarifa ..	120
Tabela 28 - Geração com Fatores de Distribuição sem o Valor da Tarifa	120
Tabela 29 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 10%.	128
Tabela 30 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 20%.	129
Tabela 31 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 30%.	130
Tabela 32 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 40%.	131
Tabela 33 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 50%.	132
Tabela 34 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 60%.	133
Tabela 35 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 70%.	134
Tabela 36 - Otimização para 2 períodos, 2 bandeiras e majoração/minoração 80%.	135
Tabela 37 - Otimização para 2 períodos, 3 bandeiras e majoração/minoração 10%.	136

[illegible]

[illegible]

Tabela 128 - Otimização para 4 períodos, 4 bandeiras e majoração/minoração 40%.....	227
Tabela 129 - Otimização para 4 períodos, 4 bandeiras e majoração/minoração 50%.....	228
Tabela 130 - Otimização para 4 períodos, 4 bandeiras e majoração/minoração 60%.....	229
Tabela 131 - Otimização para 4 períodos, 4 bandeiras e majoração/minoração 70%.....	230
Tabela 132 - Otimização para 4 períodos, 4 bandeiras e majoração/minoração 80%.....	231
Tabela 133 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 10%.....	232
Tabela 134 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 20%.....	233
Tabela 135 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 30%.....	234
Tabela 136 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 40%.....	235
Tabela 137 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 50%.....	236
Tabela 138 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 60%.....	237
Tabela 139 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 70%.....	238
Tabela 140 - Otimização para 4 períodos, 5 bandeiras e majoração/minoração 80%.....	239
Tabela 141 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 10%.....	240
Tabela 142 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 20%.....	241
Tabela 143 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 30%.....	242
Tabela 144 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 40%.....	243
Tabela 145 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 50%.....	244
Tabela 146 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 60%.....	245
Tabela 147 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 70%.....	246
Tabela 148 - Otimização para 4 períodos, 6 bandeiras e majoração/minoração 80%.....	247

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO À DISSERTAÇÃO DE MESTRADO.....	25
1.1.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	25
1.1.1.	AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA (ACR)	27
1.1.2.	AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE (ACL).....	29
1.2.	MUDANÇAS NO CENÁRIO DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL E NO MUNDO	29
1.3.	OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	34
1.4.	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	34
2.	ASPECTOS ENVOLVENDO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	35
2.1.	TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	36
2.1.1.	BOMBEAMENTO	37
2.1.2.	AR COMPRIMIDO	38
2.1.3.	VOLANTE DE INÉRCIA.....	39
2.1.4.	SUPERCAPACITOR	41
2.1.5.	SUPERCONDUTORES MAGNÉTICOS.....	42
2.1.6.	TÉRMICO	44
2.1.6.1.	Sistema de Armazenamento de Energia de Calor Sensível.....	45
2.1.6.2.	Sistema de Armazenamento de Energia de Calor Latente	45
2.1.6.3.	Sistema de Armazenamento de Energia Termoquímico	46
2.1.7.	CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL.....	47
2.1.8.	BATERIAS DE FLUXO REGENERATIVAS	48
2.1.9.	BATERIAS.....	50
2.1.9.1.	BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO.....	52
2.1.9.2.	BATERIAS NÍQUEL-CÁDMIO	54
	BATERIAS SÓDIO-ENXOFRE	55
2.1.9.3.	BATERIAS ÍONS-LÍTIO	56
2.2.	COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS	58
2.3.	SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO NO MUNDO	62
2.4.	SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA COM BATERIAS NO BRASIL.....	64
2.5.	INCENTIVOS AOS INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	70
3.	PANORAMA DO CENÁRIO REGULATÓRIO DO SETOR ELÉTRICO VOLTADO PARA O ARMAZENAMENTO D ENERGIA.....	71
3.1.	CENÁRIO ATUAL DO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E DE SUAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS	71
3.1.1.	PAÍSES EUROPEUS.....	71

3.1.2.	ESTADOS UNIDOS	73
3.1.3.	JAPÃO.....	74
3.1.4.	CHINA.....	74
3.2.	CENÁRIO REGULATÓRIO ATUAL DO SETOR ELÉTRICO APLICADO AO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA.....	76
3.3.	CENÁRIO DA REGULAÇÃO APLICADA A DIFERENCIAÇÃO DE BANDEIAS TARIFÁRIAS.....	78
3.3.1.	SOUTHERN CALIFORNIA EDSON	79
3.3.2.	ESPANHA.....	82
3.3.3.	AS EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÃO DA TARIFA HORÁRIA NA DISTRIBUIÇÃO PARA A BAIXA TENSÃO NO BRASIL.....	83
4.	ASPECTOS FUNDAMENTAIS DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS	85
4.1.	ALGORÍTMOS GENÉTICOS.....	85
4.2.	ASPECTOS GERAIS DOS ALGORÍTMOS GENÉTICOS.....	87
4.3.	SELEÇÃO	89
4.3.1.	MÉTODO DA ROLETA.....	91
4.3.2.	MÉTODO DO TORNEIO	91
4.3.3.	MÉTODO DA AMOSTRAGEM UNIVERSAL.....	92
4.4.	OPERADORES GENÉTICOS.....	93
4.5.	PARÂMETROS GENÉTICOS	95
5.	SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE CENÁRIOS REGULATÓRIOS	97
5.1.	METODOLOGIA UTILIZADA PARA AS SIMULAÇÕES	97
5.2.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DE NOVAS DISTRIBUIÇÕES TARIFÁRIAS.....	99
5.2.1.	RECEITA DE GERAÇÃO TÍPICA DE USINA HIDROELÉTRICA.....	99
5.2.2.	APLICAÇÃO DE NOVAS TARIFAS HORÁRIAS.....	102
5.3.	COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS DAS 144 SIMULAÇÕES.....	104
6.	APLICAÇÃO DE SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	109
6.1.	ESCOLHA DE TECNOLOGIA PARA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	109
6.2.	RESULTADOS OBTIDOS COM A UTILIZAÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA.....	110
6.3.	CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA.....	113
6.4.	VIABILIDADE FINANCEIRAMENTE PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA.....	116
6.4.1.	REDUÇÃO DO CUSTOS DOS SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA.....	117
6.4.2.	TARIFA DE GERAÇÃO ATUAL MAIS ATRATIVA PARA INVESTIMENTO.....	119
7.	CONCLUSÃO.....	121

APÊNDICE A – RESULTADOS DAS DISTRIBUIÇÕES TARIFÁRIAS ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS.....	127
A1. RESULTADOS DE OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERIODOS ANUAIS.....	128
A2. RESULTADOS DE OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERIODOS ANUAIS.....	168
A3. RESULTADOS DE OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERIODOS ANUAIS.....	208

1. INTRODUÇÃO À DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

A energia desempenha um papel fundamental na vida humana: ao lado de transportes, telecomunicações e águas e saneamento, compõe a infraestrutura necessária para incorporar o ser humano ao denominado modelo de desenvolvimento vigente. Por isso, o tratamento dos temas energéticos no seio dessa infraestrutura será da maior importância para que se caminhe na busca de um desenvolvimento sustentável [1].

Nos últimos anos a questão energética tomou posição central na agenda ambiental global, principalmente por causa do aquecimento global, no âmbito das negociações da Convenção do Clima. Isso porque a atual matriz energética mundial depende ainda de cerca de 80% de combustíveis fósseis, cuja queima contribui para aumentar rapidamente a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. De modo geral, porém, pode-se dizer que a importância da busca de maior eficiência energética e da transição para o uso de recursos primários renováveis tem sido ressaltada em qualquer avaliação sobre desenvolvimento sustentável, em um cenário muito mais amplo, no qual obviamente se insere o aquecimento global [1]. Outro ponto que assumirá enorme importância muito em breve é a extinção dos nossos recursos de combustíveis. Carvão e Petróleo foram acumulados na terra através de quinhentos milhões de anos, e pelas taxas atuais de demanda por energia mecânica, a estimativa é que o petróleo se acabe em aproximadamente um século, e o carvão provavelmente em menos de quinhentos anos [2].

1.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O Setor elétrico brasileiro é um dos maiores do mundo e apresenta características peculiares em relação ao de outros países. As diferenças referem-se, principalmente, à predominância da hidroeletricidade na matriz energética do setor, terceiro maior do mundo, conforme dados da International Renewable Energy Agency (IRENA), ilustrados na Figura 1 e Figura 2, e ao tamanho do Sistema Interligado Nacional (SIN), sem comparativo com qualquer outro mercado [7].

FIGURA 1 - RANKING MUNDIAL DE CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA HIDROELÉTRICA EM 2017

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/>)

FIGURA 2 - CRESCIMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA HIDROELÉTRICA DO BRASIL

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=8&subTopic=23>)

O Brasil possui uma potência instalada de 160.041.053kW e sua distribuição entre as principais fontes de energia pode ser verificada na Figura 3 [8].

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS DO BRASIL

Fonte: ANEEL (<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>)

O mercado brasileiro de energia elétrica é dividido em dois ambientes de comercialização, com lógicas e estruturas distintas e independentes. O primeiro, que visa abrigar os consumidores cativos, é denominado Ambiente de Contratação Regulada (ACR). O segundo intitula-se Ambiente de Contratação Livre (ACL), no qual os agentes podem celebrar livremente contratos bilaterais, definindo-se preços, volumes, prazos e cláusulas de hedge. Ambos serão melhor descritos nas seções subsequentes.

1.1.1. AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA (ACR)

No ACR são realizadas as operações de compra e venda de energia elétrica por meio de contratos bilaterais regulados, chamados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR) celebrados entre agentes vendedores (geradores, produtores independentes ou autoprodutores) e agentes compradores (distribuidoras), que participam dos leilões de compra e venda de energia elétrica.

Assim, o ACR é voltado para o suprimento de energia às distribuidoras, no atendimento aos seus mercados cativos, por meio da realização de leilões pela menor tarifa, compreendendo, portanto, a contratação de energia para atendimento aos consumidores

regulados (consumo cativo dos distribuidores, ou seja, consumidores residenciais, comerciais e industriais que não atendem aos requisitos para se tornarem livres ou, ainda que atendam a tais requisitos, não tenham exercido esta opção) por meio de contratos regulados.

FIGURA 4 - VISÃO GERAL DAS RELAÇÕES ENTRE OS AMBIENTES DE CONTRAÇÃO

Fonte GREEN, R.; VASILAKOS, N (2010)

A competição entre os geradores ocorrerá no momento das licitações promovidas pela ANEEL. Os investidores, então, apresentam propostas de preços de energia para as usinas incluídas na lista de projetos divulgados pelo Ministério das Minas e Energia (MME). Neste contexto, vence o licitante que propuser a menor tarifa pela energia disponível do projeto, sendo que os leilões são organizados pela CCEE para contratos de longo prazo, dependendo do tipo de usina:

- Os novos empreendimentos (energia nova) deverão ser comercializados para atender à expansão do mercado, mediante licitações que se realizarão em cinco ou três anos antes da data de início de entrega da energia elétrica, por meio de contratos com duração de 15 a 35 anos;
- Os empreendimentos existentes serão comercializados exclusivamente para atender à demanda atual, mediante contratos com duração de 3 a 15 anos em licitações realizadas com um ano de antecedência.

1.1.2. AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE (ACL)

No ACL são realizadas operações de compra e venda de energia elétrica, por meio de contratos bilaterais livremente negociados (preço, volume, período de suprimento, garantias e flexibilidade) entre os agentes geradores, comercializadores, consumidores livres, importadores e exportadores de energia, respeitadas as regras e procedimentos de comercialização de energia elétrica. Ressalta-se que o ACL compreende a contratação de energia para atendimento aos consumidores livres, por intermédio de contratos livremente negociados, como mostrado na Figura 4.

Neste ambiente podem participar todos os geradores, comercializadores e consumidores livres, com total liberdade para negociarem seus contratos de compra e venda de energia. De maneira geral, o Novo Modelo do Setor Elétrico foi concebido com a preocupação de estabelecer um marco regulatório estável de forma a atrair investimentos na expansão do sistema de geração, garantir níveis confiáveis de suprimento e proporcionar modicidade tarifária

1.2. MUDANÇAS NO CENÁRIO DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL E NO MUNDO

Nas décadas recentes, percebemos que precisamos repensar a forma com que os humanos geram e utilizam energia a fim de reduzir poluição, conter o aquecimento global e mitigar os riscos de acidentes nucleares. As evidências científicas de tantos problemas criaram alarmes na sociedade, que por sua vez decidiu tomar fortes ações. Essas ações facilitaram o desenvolvimento de formas de energia renovável, principalmente energia eólica e solar fotovoltaica.

O custo da energia produzida por fontes renováveis vem diminuindo em décadas recentes. Um estudo da World Energy Council [5] analisou o custo de diferentes fontes de energia, incluindo um comparativo entre os custos de produção de eletricidade através das fontes convencionais e das não convencionais. Os estudos utilizam custos de referências baseadas em informações de projetos reais, focando principalmente nas formas de energia renováveis

(eólica, solar fotovoltaica e hidroelétrica) e nas tecnologias convencionais através de diferentes pontos do mundo.

AS fontes de energia solar fotovoltaica e eólica possuem características específicas que as tornam as mais peculiares: sua geração não pode ser controlada (despachada), são tipicamente conectadas ao grid através de conversores eletrônicos e estão dominando o mundo em termos de novas plantas instaladas [3].

O crescimento das fontes de energia solar fotovoltaica e eólica no mundo pode ser verificado através da Figura 5 que utiliza os dados da International Renewable Energy Agency (IRENA) [7].

FIGURA 5 - CRESCIMENTO DE CAPACIDADE INSTALADA EM ENERGIA RENOVÁVEL

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=19>)

A China, terceiro maior país do planeta, com extensão territorial de 9.596.961 quilômetros quadrados, e o mais populoso (1,4 bilhão de habitantes), é o país que detém o maior Produto Interno Bruto (PIB).

Uma das principais atitudes do país é diversificar a sua matriz energética com o objetivo é diminuir a dependência do uso de fontes de origem fóssil como o carvão e o petróleo. O carvão é obtido nas reservas naturais do próprio país e o petróleo é um dos produtos importados pela nação. O país tem surpreendido bastante no campo de energias renováveis com ótimos estudos a respeito do desenvolvimento de energia renovável como, por exemplo, energia solar e eólica, conforme dados da Figura 6 [7].

FIGURA 6 - CRESCIMENTO DE CAPACIDADE DE GERAÇÃO DA CHINA EM FONTES EÓLICAS E SOLAR FOTOVOLTAICA

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=8&subTopic=21>)

A China lidera o ranking mundial tanto de geração eólica como solar, como pode ser visto na Figura 7 e Figura 8, respectivamente. O Brasil ocupa a 9º lugar no ranking mundial de capacidade de geração de energia eólica e o 26º lugar de geração solar fotovoltaica com 1097 MW instalados.

FIGURA 7 - RANKING MUNDIAL DE CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA EÓLICA EM 2017

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=18>)

FIGURA 8 - RANKING MUNDIAL DE CAPACIDADE INSTALADA EM SOLAR FOTOVOLTAICA EM 2017

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=18>)

Através da Figura 9 e Figura 10 é possível verificar que o Brasil acompanha a tendência mundial de crescimento na capacidade de geração de energia solar fotovoltaica.

FIGURA 9 - CRESCIMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA DO BRASIL

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=8&subTopic=23>)

FIGURA 10 - CRESCIMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA EÓLICA DO BRASIL

Fonte: IRENA (<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=8&subTopic=23>)

Um expressivo desafio se apresenta atualmente, referindo-se à formação de preços com o aumento cada vez maior da participação das fontes renováveis na matriz elétrica. Em setores elétricos com grande participação de fontes renováveis de energia, tem-se um caso atípico de mercado, derivado da estrutura de custos de tais fontes, em que os custos fixos são muito altos proporcionalmente ao custo total, e os custos variáveis muito baixos ou nulos. Isso porque a estrutura física construída é relativamente grande (a usina), mas o custo variável (combustível) é muito baixo ou inexistente.

A introdução de fontes renováveis no parque gerador poderia desestimular investimentos futuros no setor. Ou seja, o sistema de preços não funcionaria como um sinalizador natural do mercado.

Dessa forma, destaca-se que cabe ao órgão regulador, por meio de políticas de preço e de incentivos, resolver esse dilema, isto é, determinar um preço tal que estimule novos investimentos, seja justo para os cidadãos e, ao mesmo tempo, incentive investimentos em energia limpa.

1.3. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho tem por objetivo analisar as oportunidades em relação ao mercado de energia nos próximos anos com a possibilidade da regulamentação de uma modalidade tarifária de geração diferenciada por períodos do ano e do dia, em conjunto com a regulamentação e utilização de sistemas de armazenamento de energia.

As principais tecnologias de armazenamento de energia existentes serão detalhadas e serão apresentadas simulações computacionais para otimização de bandeiras tarifárias para venda de energia gerada em usinas hidroelétricas. Através dessas simulações, será realizada uma análise de viabilidade de utilização de armazenamento de energia gerada e que possam se reverter em alternativas para o atendimento otimizado de curvas de demanda e incremento das receitas das empresas geradoras.

1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Para facilitar o entendimento deste trabalho, o mesmo será organizado em 7 capítulos, conforme detalhado abaixo:

- a) O Capítulo 1 apresenta as informações introdutórias;
- b) No Capítulo 2 serão destacados os aspectos envolvendo o armazenamento de energia;
- c) O cenário regulatório do setor elétrico voltado para o armazenamento de energia terá destaque no Capítulo 3;
- d) O Capítulo 4 descreverá os aspectos dos algoritmos genéticos utilizados para desenvolvimento de ferramenta para otimização de bandeiras tarifárias;
- e) No Capítulo 5 será ilustrado os resultados obtidos com as simulações e as possibilidades de otimização das bandeiras tarifárias por períodos que dividem o ano.
- f) As análises da utilização de Sistemas de Armazenamento por Baterias de Íons-Lítio em conjunto com as novas modalidades tarifárias propostas serão realizadas no Capítulo 6;
- g) As considerações finais serão apresentadas no Capítulo 7.

2. ASPECTOS ENVOLVENDO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Uma das premissas essenciais do sistema elétrico está na necessidade constante de equilibrar a oferta e a demanda para atendimento de todos os clientes, porém os operadores do sistema muitas vezes necessitam recorrer a reservas de geração convencional para atender às mudanças na demanda.

Os sistemas de armazenamento podem ser utilizados para melhorar a operação do sistema elétrico em diferentes horizontes temporais, contribuindo para a melhoria da qualidade de serviço, dando contribuição significativa para a gestão de reservas e colaborando para o aumento da segurança de abastecimento.

Atualmente, pretende-se aumentar significativamente a contribuição das energias renováveis para a produção de eletricidade, contudo estas fontes de energia nem sempre estão disponíveis em virtude de sua intermitência, o que exige técnicas de armazenamento de forma a conseguir explorar intensamente estes recursos. Além dos sistemas de armazenamento serem uma solução técnica de gestão da rede, são também importantes para uma melhor utilização da energia produzida pelas fontes de energia renováveis, contribuindo para a autonomia destes sistemas.

Os benefícios da utilização de sistemas de armazenamento são bastantes variados e atrelados ao tipo de aplicação ao qual se destinam [13]:

- a) Gestão de Receita de Energia: armazenar energia durante períodos fora do pico (de baixo preço) e vendê-la durante períodos de pico (de alto preço) no mesmo mercado;
- b) Deslocamento de demanda (Demand shifting) e amortecimento de pico (peak shaving): semelhante à Gestão de Custos de Energia, o armazenamento de energia pode ser usado para "mudar" ou atrasar a demanda por energia, normalmente por várias horas. Tal mudança pode ser usada diretamente para reduzir a demanda máxima, o que pode reduzir a capacidade total de geração necessária;
- c) Integração de energias renováveis variáveis, tipicamente eólica e solar: o uso do armazenamento de energia é visto como um meio potencial para apoiar a integração de fontes variáveis de energia renovável no sistema;

- d) Regulação de frequência: o operador do sistema de energia continuamente tem que manter o equilíbrio entre oferta e demanda, a fim de regular a frequência do sistema (nominalmente 50 ou 60 Hz). Tecnologias adequadas para esse aplicativo são baterias com resposta rápida e volantes de inércia;
- e) Black star: as unidades de black start fornecem a capacidade de arranque de um sistema após um encerramento completo, sem o apoio da rede e após o arranque, permite que outros grupos geradores arranquem. Um sistema de armazenamento adequado pode desempenhar esta função;
- f) Descongestionamento da rede e redução de perdas: nas horas de ponta a energia pode ser fornecida localmente aos consumidores evitando o congestionamento das redes e diminuindo as perdas causadas pelo transporte, caso o sistema de armazenamento de energia se encontre próximo do local de consumo.

2.1. TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

As tecnologias de armazenamento estão passando por um importante período de pesquisas e desenvolvimentos na busca por maior eficiência, rendimento, aplicabilidade aos sistemas elétricos e redução de custos.

FIGURA 11 - CLASSIFICAÇÃO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EXISTENTES

Fonte: World Energy Council (2016) World Energy Resources: E-Storage

2.1.1. BOMBEAMENTO

Uma central hídrica, ou hidroelétrica reversível, realiza o bombeamento de montante para jusante com o objetivo de realizar o armazenamento de energia sob a forma de potencial hidráulico. Essa tecnologia é bastante utilizada em aplicações que necessitam de armazenamento em grandes quantidades de energia.

O bombeamento da água do reservatório a jusante (nível inferior) para o reservatório a montante (nível superior) é realizado em horas de baixa demanda, consumindo o excedente de energia da rede elétrica. Posteriormente, normalmente no horário de ponta, água é turbinada produzindo energia para injetar na rede elétrica.

FIGURA 12 – SISTEMA DE ARMAZENAMENTO POR BOMBEAMENTO DE ÁGUA EM USINAS HIDROELÉTRICAS.

Fonte: World Energy Council (2016) World Energy Resources: E-Storage

Os sistemas de bombeamento fazem com que a energia líquida produzida pelo aproveitamento diminua, na medida em que a eficiência global do processo bombeamento-turbinamento é inferior aos 100%, situando-se usualmente entre os 70% a 80%, podendo atingir os 85% dependendo das características dos equipamentos [20, 21, 22].

As centrais hídricas em geração com bombeamento podem executar tarefa de reserva, assim como tarefas auxiliares. A capacidade de armazenamento depende de dois parâmetros, o volume de água armazenada e a altura da queda de água. Em 2009 a capacidade global, a nível mundial, de armazenamento por bombeamento situava-se em mais de 183GW [9].

Em comparação com outros métodos de armazenamento em larga escala de energia, o bombeamento hidroelétrico é o mais eficaz. É possível armazenar a maior capacidade de energia elétrica e seu período de armazenamento é também dos mais longos. Uma planta

típica pode armazenar a energia por mais de meio ano. Devido à velocidade de resposta rápida, sistemas de armazenamento por bombeamento são particularmente úteis como reserva em caso de mudanças bruscas na demanda [20,21,22].

Devido a relativa simplicidade da estrutura do sistema, o custo operacional por unidade de energia está entre os mais baratos, porém possuem uma dependência de reservatórios de grandes volumes, com quantidade suficiente de queda de água. Outra desvantagem desse sistema é o custo de investimento inicial de uma planta de bombeamento, uma vez que envolve a construção de represas e enormes tubos subterrâneos.

2.1.2. AR COMPRIMIDO

Os sistemas de ar comprimido ou CAES (Compressed Air Energy Storage) são baseados na tecnologia convencional de turbinas a gás. A energia é armazenada na forma de ar comprimido em uma caverna subterrânea, submetido a pressões que variam entre 40 e 70 bar, a temperatura ambiente, através de energia elétrica de baixo custo, como em horários fora de ponta. Posteriormente, quando necessário, essa energia armazenada em forma de ar comprimido pode ser utilizada. A compressão do ar gera calor, o ar se torna mais quente após a compressão. O ar na caverna é lentamente aquecido e depois expandido em um conjunto de turbinas de alta e baixa pressão, que convertem a maior parte da energia do ar comprimido em energia cinética rotacional. Então, a energia rotacional é convertida em energia elétrica em um gerador. Enquanto aciona os geradores elétricos, o calor perdido da turbina é usado para aquecer o ar da caverna. A energia resultante produzida pode ser utilizada nos horários de ponta [3].

Frequentemente, o ar comprimido é misturado com gás natural e são incinerados juntos, da mesma forma como em turbinas convencionais. A aplicação de sistemas de armazenamento de energia em centrais a gás faz com que o consumo diminua cerca de 40% nas centrais de ciclo combinado e cerca de 60% nas centrais convencionais [3].

FIGURA 13 – SISTEMA DE ARMAZENAMENTO POR AR COMPRIMIDO EM CAVERNAS SUBTERRÂNEAS.

Fonte: Francisco Díaz González/Andreas Sumper/Oriel Gomis Bellmunt –
Energy Storage In Power Systems

A vida útil de uma instalação de armazenamento de ar comprimido é de aproximadamente 40 anos, podendo ser carregados e descarregados com maior frequência que as baterias. Como apresentam eficiência energética entre 70 e 80% e auto-descarga muito baixa, os sistemas CAES competem com as instalações hidrelétricas bombeadas como sistemas de armazenamento de longo prazo. Outra vantagem é o baixo custo de instalação quando comparado com outros tipos de tecnologia de armazenamento. Como grande desvantagem existe a necessidade de uma central a gás conjuntamente com grandes reservatórios artificiais, assim como o ar vazado pela auto descarga [3,32].

2.1.3. VOLANTE DE INÉRCIA

A tecnologia de armazenamento utilizando volante de inércia ou flywheel, é um conceito utilizado há bastante tempo que consiste em fazer girar uma massa com elevada constante de inércia, composta por material leve e de alta resistência, no veio de um motor/gerador elétrico, promovendo assim o armazenamento de energia sob a forma de energia cinética durante variações de potência [33].

FIGURA 14 – DIAGRAMA DA ESTRUTURA DE UM VOLANTE DE INÉRCIA.

Fonte: Francisco Díaz González/Andreas Sumper/Oriel Gomis Bellmunt –
Energy Storage In Power Systems

Em aplicações mais recentes o volante de inércia é inserido num sistema de vácuo, ou baixa gravidade, para eliminação das perdas por fricção do ar, sendo o peso do volante de inércia suportado por forças de repulsão através de mancais de rolamento, baseadas em ímãs permanentes, para uma operação estável. Estes mancais eletromagnéticos permanentes não têm contato com as partes girantes, oferecendo uma baixa fricção durante o armazenamento de energia a longo prazo e baixas perdas internas [3,33].

Um volante de inércia denso contém mais energia que um menos denso, mas o perigo de desintegração é maior. Por outro lado, um volante de inércia menos denso tem a capacidade de rodar mais rapidamente. Assim, como a energia cinética é proporcional ao quadrado da velocidade do rotor, mas apenas linearmente proporcional à massa, o volante de inércia ideal seria constituído em material resistente e de pequena densidade [33]

Através de sistemas de armazenamento de energia do tipo volante de inércia é possível realizar controle de frequência da rede, transferindo energia para o sistema ou absorvendo energia da rede. Quando o volante de inércia está absorvendo energia, é acionado o modo de motor, em que a energia absorvida faz aumentar a velocidade de rotação, aumentando assim também a energia armazenada. Quando a energia é liberada é acionado o modo gerador, em que a energia cinética armazenada é liberada para a rede. Comercialmente, as máquinas de ímã permanente de fluxo axial e fluxo radial são as mais frequentemente usadas em volantes de inércia [3,33,34].

As principais vantagens dos volantes são sua alta eficiência (cerca de 90% da potência nominal), sua vida útil muito longa (superior a 10^7 ciclos), suas taxas de rampa de potência

muito altas, sua alta potência e densidade de energia. Além disso, não necessitam de qualquer tipo de manutenção e são de baixo impacto ambiental [3,33,34].

Por outro lado, o uso de volantes é limitado a aplicações de armazenamento de curto prazo, pois a taxa de auto descarga do sistema é de cerca de 20% da capacidade armazenada por hora. A câmara de vácuo do sistema deve ser concebida para resistir em caso de desintegração do volante de inércia, o que significa impactos com fragmentos com alta velocidade. O sistema de armazenamento por volante de inércia possui elevado custo em relação às tecnologias concorrentes [3,33,34].

2.1.4. SUPERCAPACITOR

Os supercapacitores são baseados em células eletroquímicas que contêm dois eletrodos condutores, um eletrólito e uma membrana porosa que permite o trânsito de íons entre os dois eletrodos. Assim, o layout apresentado é semelhante às células eletroquímicas das baterias. A principal diferença entre supercapacitores (ou ultracapacitores ou capacitores de dupla camada) é que a energia é armazenada eletrostaticamente na célula. Nos supercapacitores, os eletrodos e o eletrólito são eletricamente carregados (o cátodo é carregado positivamente, o ânodo é carregado negativamente e o eletrólito contém íons positivos e negativos.) Em cada uma das superfícies do eletrodo há uma área que faz interface com o eletrólito e é em cada uma dessas áreas que o fenômeno da "dupla camada elétrica" ocorre. Ao aplicar uma tensão entre os eletrodos, os eletrodos e o eletrólito ficam polarizados. Isso significa que a carga positiva do cátodo é transferida para a área em interface com o eletrólito, formando uma camada de íons positivos. Por sua vez, os íons negativos do eletrólito são transferidos para a mesma interface eletrólito / cátodo, formando uma camada negativa de íons de equilíbrio de carga. Essas duas camadas acumuladas são separadas por uma camada de moléculas de solvente do eletrólito. Essa camada de moléculas de solvente separa as cargas positivas e negativas do eletrodo e do eletrólito, agindo assim como um dielétrico. Por fim, há uma diferença potencial entre as duas camadas de íons positivos e negativos derivados do campo elétrico dentro deles e a camada dupla pode ser usada para se parecer com um capacitor [3].

É possível constatar que o estado de carga depende proporcionalmente da capacidade do dispositivo e depende quadraticamente da diferença de potencial entre os dois

condensadores. Os eletrodos são normalmente constituídos por carbono poroso e o eletrólito pode ser aquoso ou orgânico. Os condensadores aquosos possuem uma menor densidade energética devido à baixa tensão, mas são mais baratos e funcionam para uma maior gama de temperatura [20, 24].

FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ELETROQUÍMICA DE UM SUPERCAPACITOR.

Fonte: Francisco Díaz González/Andreas Sumper/Oriel Gomis Bellmunt –
Energy Storage In Power Systems

Os condensadores eletromecânicos têm como grande vantagem o baixo tempo de resposta, assim como a elevada eficiência, na ordem dos 95%, a duração média de vida situa-se entre os 8 e 10 anos. É necessário ter atenção que a energia armazenada no supercapacitor deverá ser consumida rapidamente, uma vez que o dispositivo tem uma perda de carga de cerca de 5% ao dia. Outra grande desvantagem é a variação da tensão com o nível de carga, assim como a rápida descarga, não sendo possível usar o dispositivo durante um tempo relativamente elevado, limitando assim a sua aplicabilidade [20, 28].

2.1.5. SUPERCONDUTORES MAGNÉTICOS

Nesse tipo de sistema, a energia é armazenada em um campo magnético. Este campo magnético é criado por uma corrente DC que flui através de uma bobina supercondutora a temperaturas criogênicas. Os materiais supercondutores apresentam resistência quase desprezível em temperaturas criogênicas, de modo que o campo magnético na bobina pode

ser criado e mantido com uma quantidade muito pequena de corrente fluindo através dela. Pouca energia é dissipada por perdas ôhmicas.

Existem dois tipos de sistemas de armazenamento com supercondutores magnéticos, dependendo da temperatura de trabalho da bobina: baseados em bobinas de alta temperatura (HTS) e em bobinas de baixa temperatura (LTS). O primeiro trabalha a temperaturas em torno de $-203,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto o último trabalha em temperaturas em torno de $-268,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Portanto, um aspecto essencial para a operação adequada deste último sistema é manter essas baixas temperaturas de operação. No entanto, devido ao consumo de energia muito baixo dos criocoletores do sistema, a eficiência do sistema é muito alta, em torno de 90% [3].

A principal vantagem do sistema de armazenamento com supercondutores magnéticos é a capacidade de injetar ou absorver grande quantidade de energia em um tempo muito curto, sendo bastante adequados para controle de frequência. De fato, nesse sentido, eles competem com supercapacitores. Podemos estabelecer uma analogia entre os perfis temporais de carga / descarga de supercapacitores e sistemas supercondutores magnéticos: enquanto a constante de tempo de carregamento de supercapacitores é proporcional à resistência equivalente do eletrólito e à capacidade da célula do supercapacitor, nos dispositivos supercondutores magnéticos é proporcional à resistência da bobina e à sua auto-indutância [3].

Além disso, a ciclabilidade do sistema é muito alta, com até 105 ciclos a 100% da profundidade de descarga (DoD). Por outro lado, o uso de dispositivos supercondutores magnéticos é limitado a aplicações de armazenamento de curto prazo, pois as taxas de auto descarga do sistema são relativamente altas, na faixa de 10 a 15% da capacidade de energia nominal por hora. Além disso, é importante notar que esse tipo de dispositivo de armazenamento fica completamente descarregado em um tempo muito curto, descarregando em carga máxima (no intervalo de segundos até alguns minutos). Ainda estão pendentes atividades intensivas de P&D em torno dos supercondutores magnéticos, com o objetivo de tornar essa tecnologia técnica e economicamente implementável [3].

FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO DOS SUPER CONDUTORES MAGNÉTICOS

Fonte: S. Klaiselvam, R. Parameshwaran – Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability, Systems Design, Assessment and Applications.

2.1.6. TÉRMICO

Como objetivo do armazenamento de energia térmica, é sempre desejável que o “calor” ou o “frio” armazenados sejam entregues sem degradação da temperatura. Uma diminuição da temperatura da energia térmica “quente” introduz uma perda de energia, ou uma redução na eficiência, quando a energia térmica é convertida em energia mecânica ou elétrica [14].

O aumento da temperatura de um material de armazenamento térmico “frio” fará com que energia elétrica extra seja gasta para acionar o sistema de refrigeração para compensar a perda de frio. Para evitar a degradação das temperaturas da energia térmica, o melhor cenário é que o fluido transportador de energia no sistema de armazenamento térmico, chamado fluido de transferência de calor (HTF), seja retirado na mesma temperatura em que foi originalmente armazenado. Portanto, a situação ideal para o sistema de armazenamento de energia térmica mais eficiente é incluir dois tanques de armazenamento para um fluido de transferência de calor, conforme mostrado na Figura 17. O fluido quente transportador de energia térmica é armazenado em um tanque quente. Para retirar a energia, o fluido é bombeado, e após a troca de calor, a temperatura do fluido estará menor e este deve ser armazenado no tanque frio [14]

Quando existe uma necessidade de armazenamento de energia térmica, o fluido do tanque frio é bombeado para ser aquecido e armazenado no tanque quente. Supondo que os

tanques sejam muito bem isolados termicamente, a eficiência do armazenamento de energia de ida e volta pode se aproximar de quase 100%, o que significa que a temperatura da energia térmica armazenada não será degradada [14].

FIGURA 17 - TOPOLOGIA DE UMA PLANTA SOLAR COM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA BASEADO EM SAL FUNDIDO

Fonte: Pei-Wen Li, Cho Lik Chan – Thermal Energy Storage Analyses and Designs

A energia térmica disponível na forma de calor ou frio pode ser armazenada em virtude da mudança na energia interna de um material através de calor sensível, calor latente e calor termoquímicos [14].

2.1.6.1. Sistema de Armazenamento de Energia de Calor Sensível

No sistema de armazenamento de calor sensível, a temperatura do armazenamento do material é incrementada em virtude da energia armazenada nesse material. Ou seja, a energia interna do material de armazenamento é influenciada pela energia que está sendo armazenada, o que aumentaria a temperatura do material. Em um sistema de armazenamento de calor sensível, a capacidade térmica ou a energia térmica armazenada no material pode estar diretamente relacionada à massa(m), capacidade térmica específica (c_p) e diferença de temperatura (ΔT) do material ($Q = mc_p \Delta T$) [15].

2.1.6.2. Sistema de Armazenamento de Energia de Calor Latente

No sistema de armazenamento de calor latente, o material de armazenamento de calor passa por um processo de transformação de fase para armazenar ou descarregar a energia térmica. A mudança de fase do material, de sólido para líquido ou vice-versa,

normalmente ocorre de forma isotérmica ou próximo de condições isotérmicas. A energia do calor ou frio pode ser armazenada em um material em virtude do calor latente do material com o meio de transferência de calor circundante. Por exemplo, durante o processo de fusão, o material passa pela transição de fase do estado sólido para o líquido, absorvendo a energia térmica fornecida ao material. Assim, durante o processo de mudança de fase, uma grande quantidade de energia térmica pode ser armazenada na forma de calor latente no material. O caso do processo de congelamento é semelhante, em que a energia fria pode ser capturada do material durante sua transformação de fase. Em geral, esses materiais são denominados materiais de mudança de fase. Como os materiais dos sistemas de armazenamento de calor latente, a capacidade de armazenamento de calor dos materiais de mudança de fase pode ser igual à soma da entalpia de calor latente na fase de temperatura de transição e o calor sensível sendo armazenado sobre o balanço de temperatura do processo de armazenamento de energia [15].

2.1.6.3. Sistema de Armazenamento de Energia Termoquímica

Um novo e atraente conceito de armazenamento de energia que recentemente se tornou cada vez mais popular é o chamado sistema de armazenamento de energia termoquímica. Nesse conceito, o potencial químico de certos materiais é usado como base para armazenar e liberar energia térmica com perda térmica infinitesimal. As interações químicas reversíveis que ocorrem entre os componentes reativos de materiais ou espécies químicas são cruciais para o armazenamento e recuperação de energia térmica no sistema de armazenamento de energia termoquímica. De fato, a reação endotérmica de substâncias químicas pode ser disparada através do fornecimento de energia térmica para permitir que os processos de armazenamento e liberação ocorram em materiais químicos.

Se uma reação endotérmica ($C_1C_2 + \text{CALOR} = C_1 + C_2$), em que as espécies químicas foram dissociadas a componentes químicos individuais (C_1 e C_2) adicionando calor aos materiais químicos. Este é um exemplo típico de como armazenar energia térmica no sistema de armazenamento de energia termoquímica. Da mesma forma, se os componentes químicos separados (C_1 e C_2) forem combinados posteriormente, a mesma quantidade de energia térmica armazenada poderá ser recuperada (liberada) com perdas térmicas desprezíveis. Essa é a condição exotérmica [15].

2.1.7. CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

A opção mais comum para a produção de hidrogênio é a partir de carvão ou outros combustíveis fósseis. No entanto, também pode ser obtido por eletrólise da água, de várias formas de energias renováveis e da biomassa gaseificada. Uma vez produzido o hidrogênio, ele pode ser transportado através de gasodutos até os usuários para produzir eletricidade ou armazenado para ser usado posteriormente em células de combustível. A chamada célula de combustível regenerativa (RFC) compreende o processo de produção de hidrogênio usando um eletrolisador de água, um meio de armazenamento de hidrogênio e um sistema de célula de combustível, que permite a produção de eletricidade a partir do hidrogênio armazenado. Os principais elementos das células de combustível regenerativas, que estão atraindo muita atenção hoje em dia em relação à Pesquisa e Desenvolvimento, são os eletrolisadores e as células de combustível, uma vez que seu desempenho é crítico a fim de maximizar a eficiência energética geral [3].

FIGURA 18 - CONCEITO DE CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL

Fonte: U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy National Energy Technology Laboratory - Fuel cell hand book

O eletrolisador, usando uma fonte de eletricidade, converte água em hidrogênio e gás oxigênio. Então, esse hidrogênio serve como um “combustível” na célula combustível, em conjunto com o gás oxigênio, para produzir eletricidade, água e calor, como produtos da reação eletroquímica na célula. Assim, o eletrolisador e a célula de combustível realizam as

mesmas reações, mas em direções opostas. É por isso que algumas tecnologias de células de combustível também são usadas como eletrolisadores, revertendo a corrente elétrica que flui através deles.

Como células eletroquímicas, as células de combustível são compostas por dois eletrodos e um eletrólito, o que permite a troca iônica entre eles. As regiões anódica e catódica são separadas por uma membrana polimérica. Os tipos de eletrólitos são diversos e determinam a performance da célula de combustível. Os eletrólitos podem ser líquidos ou sólidos. Eletrolisadores convencionais utilizam líquido alcalino como eletrólitos, enquanto os mais modernos utilizam eletrólitos sólidos.

Como pode ser observado, o gás hidrogênio (o combustível) armazenado nos tanques ou em outro meio de armazenamento é reduzido no ânodo. Os elétrons entregues seguem através da carga externa ao qual o sistema está conectado, enquanto os prótons de hidrogênio seguem através de eletrólito polimérico para o catodo. Lá eles se combinam com o oxigênio para formar a água. Como uma reação exotérmica, calor é liberado. A tensão termodinâmica nas células é de 1,227V, que não é atingida por causa da eficiência das células [3].

O armazenamento de gás hidrogênio em tanques de metal é atualmente o método mais maduro, mais barato e mais confiável. Nesse caminho, o hidrogênio pode ser armazenado por várias horas (até 30 h) sem perdas visíveis. As características marcantes dessa tecnologia são suas altas taxas de potência de rampa, mesmo com carga parcial, e sua grande ciclabilidade, superior à ciclabilidade de baterias de fluxo e baterias convencionais. Por outro lado, a alta inflamabilidade do gás hidrogênio deve ser tratada adequadamente por medidas de segurança. A principal desvantagem da tecnologia é a sua baixa eficiência. Assumindo eficiência energética para os eletrolisadores e células de combustível como cerca de 60 e 70%, respectivamente, a eficiência de ida e volta do sistema cai para 42% [3].

2.1.8. BATERIAS DE FLUXO REGENERATIVAS

Como no caso das baterias convencionais, o princípio operacional das baterias de fluxo baseia-se nas reações eletroquímicas que ocorrem nas células eletroquímicas. No entanto, as baterias de fluxo diferem das convencionais porque o eletrólito não é armazenado permanentemente nas células, mas, em vez disso, duas soluções eletrolíticas aquosas (A e B) estão contidas em tanques separados. Durante o processo de carregamento, essas soluções

aquosas são bombeadas através das células eletroquímicas, onde o material eletroquimicamente ativo dissolvido no eletrólito A é oxidado no ânodo e o material eletroquimicamente ativo no eletrólito B é reduzido no catodo. O ciclo de descarga compreende o processo reverso [3].

FIGURA 19 – MODO DE FUNCIONAMENTO DA BATERIA DE FLUXO REGENERATIVA E OS SEUS COMPONENTES.

Fonte: S. Kalaiselvam, R. Parameshwaran – Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability, Systems Design, Assessment and Applications

Os 3 principais tipos de baterias de fluxo regenerativos são: bateria redox de vanádio, a bateria de zinco-bromo e a bateria de brometo de polissulfeto.

Os elevados custos de manutenção assim como o elevado volume, que se traduz em tarefas complicadas de instalação e transporte, são algumas das principais desvantagens [28, 40].

Abaixo estão listadas as principais vantagens desse tipo de sistema [21,40,41]:

- a) Grande capacidade de sobrecarga;
- b) Facilidade de aumento da capacidade de armazenamento, bastando proceder a um acréscimo dos tanques do eletrólito em paralelo;
- c) Resposta rápida na ordem das centenas de microssegundo,
- d) Largo período de vida útil, quer em profunda descarga ou carga;
- e) Quase inexistência de auto descarga;
- f) Rendimento do sistema compreendido entre 65 a 75%.

- g) Pode ser implementado a um variado tipo de aplicações, tais como regulação de variação de tensão, estabilização da frequência do sistema, controle do fator de potência e melhoria da qualidade de energia;

2.1.9. BATERIAS

Esta tecnologia de armazenamento de energia consiste na utilização de acumuladores químicos, tradicionalmente denominados por baterias. No entanto, todas utilizam um princípio químico para armazenar e liberar energia, tendo a capacidade de transformar a energia elétrica em energia química e vice-versa, recorrendo a reações químicas que ocorrem no seu interior [21, 28].

Uma célula de bateria é apenas um dispositivo que fornece as condições para que as reações redox aconteçam, gerando um fluxo de íons e elétrons entre as áreas em que elas ocorrem. O fluxo de elétrons e íons existe desde que haja uma diferença de energia entre as substâncias eletroquimicamente ativas envolvidas nas reações de redução e oxidação. Para permitir esse fluxo de íons e elétrons, a célula da bateria possui dois circuitos, um externo e outro interno. O circuito interno é composto pela própria célula da bateria, pares de substâncias eletroquimicamente ativas para ganhar ou perder elétrons, as reações redox produzem íons (e, portanto, partículas com carga elétrica não neutra). Para garantir o equilíbrio de carga entre as substâncias eletroquimicamente ativas do anodo e do catodo, esses íons são trocados entre eles. Esse transporte de íons é possibilitado pelo eletrólito, que é uma substância sólida ou líquida [3]

No separador existe um potencial elétrico entre as substâncias eletroquimicamente ativas nas regiões do anodo e do catodo. O separador evita o contato direto entre eles, impedindo que ocorra um curto-circuito interno na bateria [3].

Como se pode observar, a célula da bateria é composta por dois eletrodos, compostos por dois materiais chamados Y0 (para o anodo) e X0 (para o catodo). Ambos estão rodeados pelo eletrólito, Z. Além disso, o ânodo (eletrodo negativo) é cercado pela substância ou componente Y1. Da mesma forma, o catodo é cercado pelo componente X1. Os materiais X0-X1 e Y0-Y1 definem dois pares de substâncias eletroquimicamente ativas. A diferença no estado de energia dos dois pares de substâncias eletroquimicamente ativas é traduzida em uma diferença de tensão. Enquanto carregada, a tensão entre os eletrodos da célula é máxima

e varia entre 1 a 4 volts, dependendo da tecnologia utilizada, produzindo a chamada tensão de circuito aberto da célula [3]

FIGURA 20 - PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO DA BATERIA

Fonte: Francisco Díaz González/Andreas Sumper/Oriel Gomis Bellmunt –
Energy Storage In Power Systems

Ao adicionar uma carga externa entre os eletrodos, o circuito elétrico é fechado. Então, a bateria está sendo descarregada, e isso significa que as reações redox começam a ocorrer, produzindo uma corrente elétrica através da carga. Os elétrons fluem do eletrodo negativo (o ânodo, a região com o estado máximo de energia) para o positivo (o cátodo, a região com o estado mínimo de energia). Esses elétrons e os íons positivos Y^{2+} são o resultado da reação de oxidação entre as substâncias $Y0$ e $Y1$. Os elétrons são coletados pelo eletrodo de catodo, produzindo uma reação de redução entre as substâncias $X0$ e $X1$, que por sua vez resulta no íon X^{2-} . O circuito interno permite a troca iônica. Os íons trocados dependem da tecnologia utilizada e geralmente são aqueles que apresentam maior mobilidade. Como resultado desse processo, cada um dos dois eletrodos pode ser restaurado revertendo o fluxo da corrente elétrica e, portanto, aplicando uma fonte de energia externa para carregar a bateria [3].

O desempenho de uma bateria depende das características de fabricação de seus elementos. Os parâmetros eletroquímicos mais utilizados para caracterizar uma célula ou bateria são abordados a seguir [43]:

- a) Capacidade específica (C): É a quantidade total de corrente por unidade de tempo que uma célula ou bateria é capaz de fornecer até atingir sua tensão final de

descarga. A unidade de medida é o ampère-hora (Ah). Para comparar diferentes tecnologias de baterias utiliza-se o valor de capacidade normalizado em massa (Ah / kg) ou volume (Ah / L).

- b) Energia específica (Wh): Indica a quantidade de energia elétrica que uma célula ou bateria pode armazenar. A unidade de medida é o watt-hora (Wh).
- c) Energia específica mássica (W_m): É a quantidade de energia elétrica que uma célula ou bateria pode armazenar, normalizada em termos de massa. A unidade de medida é watt-hora por quilo (Wh / kg).
- d) Energia específica volumétrica (W_v): É a quantidade de energia elétrica que uma célula ou bateria pode armazenar, normalizada em termos de volume. A unidade de medida é watt-hora por litro (Wh / L).
- e) Potência específica mássica (P_m): É a potência específica da bateria normalizada em termos de massa. A unidade de medida é W / kg.
- f) Potência específica volumétrica (P_v): É a potência específica da bateria normalizada em termos de volume. A unidade de medida é W / L.
- g) Ciclos de vida: É o número de ciclos de carga / descarga que a bateria pode realizar até que sua capacidade se reduza ao valor percentual limite (especificado por tecnologia) em relação ao valor nominal. É altamente recomendado que a bateria consiga atingir, no mínimo, 500 ciclos para aplicação em produtos eletroeletrônicos (celulares, notebooks, tablets, ferramentas elétricas, etc.), e 1.000 ciclos para aplicação em Veículo Elétrico (VE).

As tradicionais baterias têm sido, durante os últimos anos, o símbolo do armazenamento de energia. As tecnologias utilizadas são tão variadas como a capacidade de armazenamento possível. Entre a vasta gama de tipos de tecnologia de baterias usadas em sistemas de armazenamento destacam-se as: chumbo-ácido, níquel-cádmio, enxofre-sódio e íons-lítio [36].

2.1.9.1. BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

Pesquisas envolvendo baterias de chumbo-ácido são realizadas há mais de 140 anos. Existem dois tipos principais de bateria de chumbo-ácido: baterias inundadas, topologia mais comum, e baterias reguladas por válvulas, que são objeto de extensa pesquisa e desenvolvimento. Geralmente, as células da bateria de chumbo-ácido são constituídas por

várias placas de chumbo dispostas em paralelo. Estas são alternadamente polarizados, de modo que as placas catódicas são revestidas com dióxido de chumbo PbO_2 e as placas anódicas com chumbo poroso Pb [3].

FIGURA 21 - PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UMA BATERIA CHUMBO-ÁCIDO

Fonte: World Energy Council (2016) World Energy Resources: E-Storage

As baterias de chumbo-ácido sofrem de alguns problemas como resultado do modo como são carregadas e descarregadas, uma das quais é a chamada sulfatação. Isso ocorre quando a bateria é privada de processos periódicos de carga total. Nesse caso, formam-se grandes cristais de sulfato de chumbo, que não podem ser revertidos no chumbo poroso e dióxido de chumbo nos eletrodos da bateria, diminuindo assim a capacidade da bateria. A sulfatação também é exacerbada pelo esgotamento da energia armazenada na bateria, descargas muito profundas não são recomendadas. Nesse caso, a água no eletrólito pode ser exaurida através da formação de gás hidrogênio, com o consequente risco de explosão devido à sua alta inflamabilidade [3].

Uma das principais diferenças entre as baterias de chumbo-ácido inundadas e reguladas por válvulas está na maneira como gerenciam os gases formados nas reações químicas nas células. Em baterias inundadas, o gás hidrogênio é naturalmente evacuado da célula e o eletrólito pode ser facilmente substituído. As baterias reguladas por válvula são seladas, portanto, essas operações não são possíveis. Entretanto, elas garantem que não haja vazamentos de eletrólitos e gases.

As baterias de chumbo-ácido apresentam a menor vida útil, apenas de 200 a 1.800 ciclos, dependendo da profundidade da descarga (DoD) e da temperatura de operação, entre os diferentes tipos de bateria considerados neste trabalho. Além disso, vale ressaltar a necessidade de manutenção periódica da água (de baterias inundadas) e as baixas densidades de energia e potência desse tipo de bateria. Apesar dos inconvenientes acima mencionados, a sua utilização é generalizada em aplicações estacionárias e não estacionárias. Uma das vantagens mais importantes das baterias de chumbo-ácido é seu baixo custo em comparação com os custos de outros tipos de baterias.

2.1.9.2. BATERIAS NÍQUEL-CÁDMIO

As baterias de níquel-cádmio (Ni-Cd) são usadas em aplicações industriais estacionárias portáteis e gerais. Em aplicações portáteis, a bateria está em sua forma selada e em aplicações industriais, em forma de inundação. [3].

As baterias de Ni – Cd são produzidas principalmente usando hidróxido de níquel e cádmio. Estes materiais são então polarizados em placas catódicas de oxi-hidróxido de níquel $\text{NiO}(\text{OH})$ e placas anódicas de cádmio poroso. As células da bateria são imersas em uma solução alcalina aquosa eletrolítica baseada em hidróxido de potássio KOH

Nessas baterias é utilizado um separador, geralmente baseado em poliestireno ou polipropileno, mas existem outras opções mais adequadas, como poliamida fibrosa. A seleção do separador é crítica, pois pode restringir a fácil mobilidade dos íons produzidos nas reações químicas entre os eletrodos, e isso se traduz em um incremento na resistência interna da célula.

As baterias de Ni – Cd apresentam boas características em relação à ciclabilidade (mais de 3500 ciclos e até 50.000 ciclos a 10% do DoD), altas taxas de potência na rampa e baixa manutenção. Por outro lado, elas apresentam três grandes desvantagens que limitam seu sucesso comercial. Primeiro, o custo das baterias de Ni – Cd é muito alto comparado ao custo das baterias de chumbo-ácido (mais de dez vezes). Segundo, o cádmio e o níquel são metais pesados tóxicos que podem causar riscos à saúde em humanos.

2.1.9.3. BATERIAS SÓDIO-ENXOFRE

As baterias de enxofre-sódio (NaS) são uma das tecnologias mais promissoras para aplicações estacionárias de alta potência. O baixo peso atômico do sódio e a alta tensão termodinâmica configuram as células da bateria baseadas em sódio com um alto poder específico. A construção da célula é bastante diferente das apresentadas até agora. Os eletrodos das células da bateria NaS são líquidos, enquanto o eletrólito, que por sua vez atua como separador, é sólido. O eletrodo negativo (sódio líquido) é circundado pelo eletrólito, que é moldado em forma de tubo, conforme Figura 22. O material do eletrólito é beta-alumina cerâmica e o material do eletrodo positivo é enxofre líquido (geralmente incorporado em um feltro de carbono). Para trazer os eletrodos ao estado líquido, eles precisam ser derretidos, impondo temperaturas operacionais para baterias de NaS de cerca de 300 a 400 ° C. Nessa temperatura, o eletrólito cerâmico é um bom condutor dos íons produzidos nas reações químicas dentro da célula [3]

FIGURA 22 - ESQUEMÁTICO DE FUNCIONAMENTO DA BATERIA SÓDIO-ENXOFRE

Fonte: Francisco Díaz González/Andreas Sumper/Oriel Gomis Bellmunt –
Energy Storage In Power Systems

Durante o processo de descarga, o sódio no ânodo é oxidado em íons sódio, que fluem através do eletrólito para o cátodo. Então, eles se combinam com ânions de enxofre reduzidos para gerar polissulfeto de sódio, tudo isso produzindo a reação celular acima. O potencial elétrico resulta em uma eficiência energética de 85% e densidade de energia de 151 kWh / m³, em conjunto com taxas de auto descarga muito baixas, baixa manutenção e quase 99% de reciclagem. Uma característica importante dessas baterias é a alta temperatura de operação,

em torno de 350 ° C. A este respeito, é conveniente que se observe, como as reações celulares são exotérmicas, a entrada de energia necessária para manter uma temperatura operacional adequada é baixa e, portanto, a eficiência da bateria não é substancialmente reduzida. Essas características, em conjunto com um custo de capital relativamente baixo (comparável ao custo das baterias de chumbo-ácido), definem a bateria do NaS como uma das tecnologias adequadas para aplicações de armazenamento de alta potência. Entre as principais desvantagens dessa tecnologia jovem, podemos destacar a necessidade contínua de pesquisa e desenvolvimento intensiva para superar, por exemplo, problemas como rachaduras no tubo eletrolítico de cerâmica e corrosão devido ao enxofre, os quais reduzem a vida útil da bateria.

2.1.9.4. BATERIAS ÍONS-LÍTIO

Atualmente, as baterias de íons de lítio estão atraindo muita atenção e são vistas como soluções promissoras no campo de edifícios, eletromobilidade e geração renovável. O material ativo no cátodo (eletrodo positivo) das células de íons Li é o cobalato de lítio (LiCoO_2). O eletrodo negativo é principalmente carbono (C). O eletrólito é uma solução orgânica contendo sais dissolvidos à base de lítio, como LiClO_4 e LiPF_6 . As áreas dos eletrodos são separadas por separadores porosos à base de polietileno ou polipropileno. Um esquema de uma bateria de íons de lítio é mostrado na Figura 23.

FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO FUNCIONAMENTO DE UMA BATERIA DE ÍONS-LÍTIO.

Fonte: World Energy Council (2016) World Energy Resources: E-Storage

Durante o processo de carregamento, os íons de lítio (Li^+) são extraídos do cátodo da célula e inseridos nas folhas de grafeno no grafite (o eletrodo negativo). Como sempre, os

elétrons resultantes das reações químicas fluem, neste caso, do eletrodo positivo para o eletrodo negativo através de uma fonte de energia externa, fechando o circuito elétrico. O potencial elétrico entre os dois eletrodos se mostra muito alto, em torno de 170 a 300 Wh / l, e, portanto, as baterias de íon de lítio são adequadas para aplicações portáteis, como telefones celulares e dispositivos eletrônicos. Outras características visíveis são sua carga e descarga rápidas, capacidade e a eficiência relativamente alta de ida e volta de 78%. Entre as desvantagens da tecnologia, é importante observar as faixas estreitas de tensão e temperatura necessárias para uma operação adequada, o que motiva a necessidade de circuitos de proteção. Além disso, o uso de eletrólitos orgânicos inflamáveis levanta questões sobre segurança e questões ambientais. Os grandes esforços no campo da tecnologia de materiais têm evoluído para tornar a bateria de íon de lítio adequada para aplicações estacionárias de alta potência e para uso no campo da eletromobilidade [3]

As baterias a base de lítio apresentam maiores níveis de Potência e Energia por unidade de massa, devido ao fato do Lítio ser um elemento pequeno, leve e que apresenta um alto potencial redox. Sua energia específica é quatro vezes que a da bateria Chumbo-ácida.

Esta característica mostra o potencial deste tipo de bateria se tornar a tecnologia dominante no mercado de armazenamento de energia, principalmente pelo fato de ter sido desenvolvida rapidamente nos últimos anos para equipamentos pequenos como notebooks, telefones e celulares.

Neste tipo de bateria, o íon de lítio não sofre processo de oxidação e redução, ele somente é inserido e extraído dos materiais dos eletrodos. A oxidação e a redução ocorrem nos outros componentes que compõem os materiais dos eletrodos positivos e negativos (grafite, cobalto, manganês, ferro-fosfato, etc.).

Para este processo ocorrer eficientemente é necessário que os materiais ativos possuam estruturas cristalinas abertas, onde existem espaços vazios, de modo que os íons possam ser inseridos ou extraídos. O material mais utilizado no eletrodo negativo é o grafite, sendo o eletrodo positivo composto por materiais a base de óxidos metálicos de lítio, tais como LiMO_2 , LiCoO_2 , LiNiO_2 e LiFePO_4 . O eletrólito normalmente é um sal de lítio (LiPF_6) diluído em solventes orgânicos. Estas estruturas permitem que os íons de lítio se movam de um eletrodo para o outro.

Tais propriedades eletroquímicas propiciam algumas vantagens, tais como [44,45]:

- a) Tensão elevada: a bateria de lítio é o acumulador de energia que possui tensão mais elevada (3 a 4 V) em relação aos 1.2 V da bateria de NiMH e aos 2.0 V da bateria de chumbo-ácido;
- b) Elevada energia específica: das tecnologias atualmente aplicáveis em armazenamento de energia, a bateria de lítio é a que apresenta maior energia específica.
- c) Elevado número de ciclos de carga e descarga: apresentam excelente desempenho em ciclabilidade;
- d) Seu impacto no meio ambiente é de moderado a baixo, pois não possuem materiais tóxicos como chumbo, cádmio e mercúrio.
- e) Baixa necessidade de manutenção, assim como a ausência de ruído.

A principal desvantagem é o baixo tempo de vida útil da bateria para situações de ciclos de grande amplitude, podendo atingir apenas entre algumas centenas a poucos milhares de ciclos.

2.2. COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS

Conforme verificado nos itens anteriores, cada tipo de sistema de armazenamento de energia terá um tipo de aplicação mais adequado de acordo com as suas características.

Existem tecnologias de sistemas de armazenamento que são bastante consolidadas enquanto para outras estão sendo realizados grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Os sistemas de bombeamento e por ar comprimido são as tecnologias mais avançadas de armazenamento de eletricidade. O tempo em que as tecnologias levam para amadurecer é impulsionado por muitos fatores, como incentivos de mercado, quantidades de instalações, restrições técnicas e restrições geográficas [13]. A Figura 24 demonstra a situação das principais tecnologias de armazenamento de energia [16].

FIGURA 24 - ESTADO DA ARTE E DESENVOLVIMENTO PREVISTO PARA AS TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA MAIS PROMISSORAS

Fonte: Crawley, Gerard M. – Energy Storage – World Scientific Series in Current Energy Issues – Volume 4

Um outro parâmetro determinante para a escolha do sistema de armazenamento de energia ideal é o tempo de descarga. Dependendo do tempo de descarga, que varia de segundos a horas e com classificações de potência do sistema, desde o nível de kW até a ordem de GW, essas tecnologias serão mais adequadas para aplicações específicas dentro de sistemas de eletricidade. Os sistemas que possuem um tempo de descarga baixo, da ordem de segundos ou inferior, são utilizados em aplicações relacionadas a qualidade de energia. Os sistemas com resposta entre segundos e alguns minutos são utilizados em aplicações para a continuidade do fornecimento de energia. Os sistemas que possuem tempo de resposta da ordem de horas são utilizados em aplicações de gestão de rede, destinando-se a equilibrar a geração e consumo, armazenando nos horários fora de ponta e fornecendo na ponta [10].

Por exemplo, as tecnologias Bombeamento e Ar comprimido são normalmente usadas para fornecer gerenciamento de energia em grandes quantidades, pois ambos podem descarregar por até dezenas de horas economicamente. Por outro lado, o volante de inércia tem tempos de descarga muito mais curtos e são normalmente usados para aplicações de alimentação ininterrupta ou para melhorar a qualidade da energia. A Figura 25, no entanto, não deve ser considerado mais do que um guia para as recentes experiências com tecnologias de armazenamento de energia, pois à medida que o desempenho melhora os custos caem, as linhas estritas entre as tecnologias vão se tornando menos acentuadas [10].

FIGURA 25 – POSIÇÃO DE TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA DE ACORDO COM SUA CLASSIFICAÇÃO DE POTÊNCIA E TEMPO DE DESCARGA

Fonte: IRENA Electricity Storage Costs 2017

FIGURA 26 – RELAÇÃO ENTRE ENERGIA ARMAZENADA E POTÊNCIA PARA AS DIVERSAS TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO.

Fonte: Crawley, Gerard M – Energy Storage – World Scientific Series in Current Energy Issues – Volume 4

Uma outra forma de avaliação da tecnologia adequada para utilização em sistemas de armazenamento de energia é através da avaliação potência / energia. A partir deste gráfico da Figura 26, é possível identificar as tecnologias para aplicações de potência e as para aplicações de energia. Os sistemas de armazenamento para aplicações de potência são aquelas com baixo tempo de descarga e baixa potência nominal, que se encaixam bem nas aplicações de qualidade de energia. Alguns exemplos são baterias e volantes de inércia [16]

Os sistemas de armazenamento para aplicações de energia são aquelas com alto tempo de descarga e alta potência nominal. Essas tecnologias são adequadas para aplicações como deslocamento de horário de ponta, equalização de picos de energia e reserva de energia. Alguns exemplos são as tecnologias de Bombeamento e Ar comprimido [16].

Em certos tipos de aplicações o peso dos dispositivos, assim como o seu volume, podem ser fatores com papel importante na escolha do sistema a usar, uma vez que a massa (quantidade de material) e o espaço disponível para instalação impactam diretamente no custo [20,28].

Em aplicações estacionárias custos e vida útil são frequentemente mais importantes do que densidade energética ou densidade específica [10].

A Figura 27 ilustra e compara a relação entre a densidade energética de massa e volume de algumas das tecnologias [10].

FIGURA 27 – RELAÇÃO ENTRE AS DENSIDADES DE POTÊNCIA E DE ENERGIA PARA ALGUMAS TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO

Fonte: IRENA Electricity Storage Costs 2017

As características dos sistemas de armazenamento apresentados são bastantes diversas e possibilitam a aplicação dos mesmos para diferentes situações, porém para a escolha do tipo de tecnologia ideal é importante analisar os aspectos técnicos e econômicas. A Tabela 1 apresenta resumidamente as características mais importante dos sistemas de armazenamento descritos anteriormente.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

	Potência Nominal (MW)	Tempo de Descarga	Ciclos ou anos de vida	Autodescarga	Densidade de Energia (Wh/l)	Densidade de Potência (W/l)	Eficiência	Tempo de Resposta
Bombeamento	100 - 2500	4 - 16h	30 - 60 anos	~ 0	0,2 - 2	0,1 - 0,2	70 - 85%	10s - min
Ar Comprimido	10 - 1000	2 - 30h	20 - 40 anos	~ 0	2 - 6	0,2 - 0,6	40 - 70%	Min
Volante de Inércia	0,001 - 20	s - min	20000 - 100000	1,3 - 100%	20 - 80	5000	70 - 95%	< s
Bateria Íon-Lítio	0,05 - 100	1 min - 8h	1000 - 10000	0,1 - 0,3%	200 - 400	1300 - 10000	85 - 95%	< s
Bateria Chumbo-ácido	0,001 - 100	1 min - 8h	6 - 40 anos	0,1 - 0,3%	50 - 80	90 - 700	80% - 90%	< s
Bateria de Sódio-Enxofre	10 - 100	1 min - 8h	2500 - 4500	0,05 - 20%	150 - 300	120 - 160	70 - 90%	< s
Bateria de Fluxo Regenerativo	0,1 - 100	horas	12000 - 14000	0,20%	20 - 70	0,5 - 2	60 - 85%	< s
Supercondutor magnético	0,1 - 1	ms - s	100000	10 - 15%	~ 6	~ 2600	80 - 95%	< s
Supercapacitor	0,01 - 1	ms - min	10000 - 100000	20 - 40%	10 - 20	40000 - 120000	80 - 95%	< s
Hidrogênio	0,01 - 100	min - semana	5 - 30 anos	0 - 4%	600	0,2 - 20	25 - 45%	s - min
Sal Fundido	1 - 150	horas	30 anos	n/a	70 - 210	n/a	80 - 90%	Min

Fonte: World Energy Council (2016) - World Energy Resources: e-storage

2.3. SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO NO MUNDO

De acordo com os dados do DOE Global Energy Storage Database[9], existem 1580 projetos de armazenamento de energia em operação, totalizando 189,6GW instalados.

O armazenamento de energia através de bombeamento, atualmente, domina o ranking das tecnologias com maior capacidade de energia de armazenamento instalada, representando 96% dos 183 GW instalados no mundo, considerando todos os tipos de tecnologia disponíveis. As outras tecnologias de armazenamento de energia com uso significativo em todo o mundo incluem o armazenamento térmico com 3,2 GW, eletroquímica (baterias) com 3,3 GW, Hidrogênio com 0,02 GW e Gás Líquido com 0,005GW [9].

FIGURA 28 - QUANTIDADE DE SISTEMAS ARMAZENAMENTO NO MUNDO

Fonte: DOE Global Energy Storage Database

(http://www.energystorageexchange.org/projects/data_visualization)

FIGURA 29 - POTÊNCIA INSTALADA DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO NO MUNDO

Fonte: DOE Global Energy Storage Database

(http://www.energystorageexchange.org/projects/data_visualization)

2.4. SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA COM BATERIAS NO BRASIL

Em agosto de 2018 foi inaugurada o primeiro Sistema de Armazenamento de Energia do Brasil utilizando baterias. O sistema foi implementado na usina hidrelétrica de Bariri (localizada à 56 quilômetros de Bauru/SP), pertencente à AES Tietê Energia S/A.

FIGURA 30 - SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA COM BATERIAS DA UHE BARIRI

Fonte: Própria

O projeto da Usina Hidrelétrica de Bariri nasceu no contexto de um programa de pesquisa e desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Com a modernização dos antigos reguladores de tensão da usina, os geradores auxiliares das 3 (três) unidades geradoras, responsáveis anteriormente pela alimentação do sistema de excitação, perderam sua função. Os reguladores de tensão, com a modernização de seus componentes, passaram a ser alimentados através do serviço auxiliar da usina. Dessa forma, 3 (três) fonte de potência de 720kVA passaram a ficar inutilizadas.

O Projeto de pesquisa & desenvolvimento de Bariri tem como objetivo utilizar a energia disponível do gerador auxiliar e aumentar a capacidade de fornecimento de energia da usina no horário de ponta, através do armazenamento da energia pelas baterias.

O Sistema de armazenamento de energia é ligado ao gerador auxiliar da Unidade geradora 3 e a barra de 13,8 kV da Usina. A energia para o carregamento das baterias é fornecida pelo gerador auxiliar. As baterias são descarregas sempre pela barra 13,8KV. Na Figura 30 é possível verificar o fluxo de potência do sistema através do unifilar da UHE Bariri, onde a seta azul indica o fluxo de carregamento das baterias e a seta vermelha o fluxo de descarregamento das baterias.

FIGURA 31 - REPRESENTAÇÃO DO FLUXO DE POTÊNCIA DO PROJETO.

Fonte: Própria

O projeto baseia-se no sistema desenvolvido pela Fluence, o qual é denominado Advancion. O sistema Advancion instalado possui uma potência de 161,4 kW para descarga em 1h, energia armazenada máxima de 161,4 kWh

O ponto básico da arquitetura do Advancion é denominado Nó, que inclui baterias e eletrônica de potência. Cada Nó pode ser monitorado e controlado individualmente ou como um grupo. Essa arquitetura modular permite que o sistema de armazenamento Advancion seja expandido incrementalmente, a partir de um mínimo de capacidade de 80 kW. Cada Nó inclui controle e capacidade de monitoramento independente.

No Sistema da Usina Hidrelétrica de Bariri o armazenamento da energia ocorre em 28 módulos de baterias, instaladas verticalmente em 2 racks, onde cada Rack corresponde a um Nó. A Figura 32 ilustra um conjunto de baterias montado no rack.

FIGURA 32 - CONJUNTO DE BATERIAS MONTADO NO RACK

Fonte: Própria

Conforme Figura 33, na parte superior de cada rack de baterias estão acondicionados um módulo de controle de baterias (indicado pela seta azul), CPU de controle (seta vermelha), fontes de alimentação (seta amarela) e Inversor (seta verde).

O inversor pode operar de duas maneiras, tanto transformando CA em CC (carregando as baterias), como CC em CA (descarregando as baterias). Cada Nó possui um inversor que trabalha com tensão CC de 600V e interage com um conjunto de baterias. Cada rack possui um disjuntor de proteção para desconectar a tensão CC.

A saída do inversor de cada Nó gera o barramento de baixa tensão (BT) que trabalha em 420 V +/-10%, 3Φ, delta, CA. O inversor trabalha sincronizado com a alimentação da rede.

FIGURA 33 - COMPONENTES DO RACK DE POTÊNCIA

Fonte: Própria

O Sistema Advancion é composto pelos seguintes componentes auxiliares:

- a) Painel de Controle: abriga os componentes do sistema de proteção, comando e controle, como por exemplo, medidor de energia, relé de proteção, relé de fuga a terra e botoeiras de desligamento de emergência;

FIGURA 34 - PAINEL DE CONTROLE

Fonte: Própria

- b) Rack de TI: abriga o servidor do Sistema e os equipamentos de comunicação;

FIGURA 35 - RACK DE TI

Fonte: Própria

- c) Botoeiras de Emergência: Instaladas próximas as portas, tanto do lado externo, como do lado interno do container, bem como no painel de comando, abrem o disjuntor de saída do sistema ao serem pressionadas;
- d) Quadros de Distribuição 440V: Abriga o disjuntor de entrada do serviço auxiliar e alimenta os dois ar-condicionados do container;
- e) Quadro de distribuição 220V: Alimenta a iluminação, tomadas e o painel do sistema anti-incêndio, através de um transformador 440/220Vca.
- f) Sistema Anti-incêndio: Composto por Cilindro de armazenamento do agente extintor, central de detecção de fumaça e painel de controle do sistema anti-incêndio.

FIGURA 36 - VISÃO INTERNA DO CONTAINER

Fonte: Própria

A IHM é a principal interface do sistema. Esta interface é baseada em um navegador que interage com o Servidor do Sistema. Os dados operacionais podem ser visualizados em

tempo real e os comandos podem ser enviados remotamente. A IHM pode ser acessada localmente por meio do console de controle do Arranjo, tablet ou computador, ou por meio de acesso remoto, se desejado.

FIGURA 37 - IHM DO SISTEMA ADVANCION

Fonte: Própria

2.5. INCENTIVOS AOS INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Os seguintes princípios na formulação de políticas e de mercado provavelmente incentivarão investimentos em armazenamento de energia [13]:

- a) Garantindo sinais claros: Clara articulação do valor da flexibilidade, através de políticas para criar confiança no crescimento futuro.
- b) Compensação de receita por serviços: Valor justo para toda gama de serviços que o armazenamento pode fornecer. Atualmente, esse não é o caso. Por exemplo, a oportunidade de ajudar as operadoras do sistema a adiar o investimento em ativos de transmissão ou distribuição nem sempre é claramente avaliado ou levado em consideração.
- c) Removendo anomalias regulatórias: Garantir que a regulamentação esteja pronta para armazenamento. Endereçar barreiras regulamentares desatualizadas, como taxas duplas para ativos de armazenamento e esclarecimento da classificação funcional do armazenamento. Garantir que o armazenamento localizado na rede de distribuição não seja injustamente impedido de fornecer valor à rede de transmissão.
- d) Apoio a inovação: Tecnologias de armazenamento com baixos níveis de maturidade tecnológica e startups com modelos de negócios inovadores podem justificar o apoio à concessão de capital para testar suas proposições de maior risco.
- e) Promover a transparência dos dados dos operadores do sistema: Garantir que os operadores do sistema disponibilizem os dados publicamente e sejam transparentes, para informar as decisões de localização e tamanho dos sistemas de armazenamento.

3. PANORAMA DO CENÁRIO REGULATÓRIO DO SETOR ELÉTRICO VOLTADO PARA O ARMAZENAMENTO D ENERGIA

3.1. CENÁRIO ATUAL DO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E DE SUAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS

Países desenvolvidos, como Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, China e Japão, vem fornecendo apoio financeiro e político à pesquisa tecnológica e à aplicação comercial das tecnologias de armazenamento de energia. Atualmente, os pontos a serem melhorados no desenvolvimento desta tecnologia, como redução dos custos para aquisição, prolongamento da vida útil de operação, incremento de segurança e eficiência, e regulamentação e remuneração específica, estão em processo de desenvolvimento [38-39].

Neste contexto, o desenvolvimento e implantação de sistemas de armazenamento de energia estão assumindo prioridade tão elevada quanto a busca por maior eficiência e menor custo para o aproveitamento das fontes renováveis, impulsionando pesquisas nesta área. Um dos pontos de grande interesse da comunidade técnica e científica sobre os sistemas de armazenamento de energia é a seleção da melhor tecnologia para determinada aplicação, e outro não menos importante, é o desenvolvimento de legislação e regulação adequadas, bem como formas de inserção dos mesmos no mercado de energia [37-35].

Posto isto, como países representativos no desenvolvimento de sistemas de armazenamento energia, alguns países europeus, Estados Unidos, Japão e China, serão analisados a partir da sua situação atual de desenvolvimento de tecnologias e em relação às políticas voltadas para armazenamento de energia.

3.1.1. PAÍSES EUROPEUS

A Europa representa uma oportunidade fundamental para as tecnologias de armazenamento de energia por várias razões. Em primeiro lugar, de todas as regiões do mundo, a Europa tem as políticas mais avançadas em meio ambiente e emissão de carbono. Estas políticas andam de mãos dadas com políticas a nível da União Europeia e de países específicos que promovem as energias renováveis, o que aumenta a necessidade de armazenamento. Em segundo lugar, a Europa tem uma base industrial avançada, com vários países assumindo um papel de liderança em inovação, P & D e fabricação de tecnologia de armazenamento de energia, enquanto muitas concessionárias europeias têm ampla

experiência na incorporação de tecnologias de armazenamento de energia em seus sistemas. Em terceiro lugar, os governos europeus reconhecem o valor do armazenamento e, ao nível da União Europeia, estão tomando medidas para criar os incentivos e a estrutura de mercado necessários para promover o armazenamento de energia [29].

As oportunidades de armazenamento tendem a variar drasticamente por país. Enquanto a Europa está no processo de unificar e harmonizar gradualmente os mercados e políticas de eletricidade, o processo é necessariamente longo e complexo. Cada país começa com diferentes recursos e vias históricas de desenvolvimento da indústria de energia - por exemplo, a França com sua grande capacidade nuclear, o Reino Unido com recursos solares mínimos e a Noruega com extensa capacidade hidrelétrica e capacidade de armazenamento por bombeamento [29].

FIGURA 38 - DISTRIBUIÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA ENTRE OS PAÍSES EUROPEUS

Fonte: Energy_Storage_World_Markets_Report_2014-2020 – Dados de 2014

Na Alemanha depois que o governo alemão decidiu abandonar as usinas nucleares, as energias renováveis, principalmente em energia eólica e solar, continuam a acelerar o ritmo de desenvolvimento, e os sistemas de armazenamento de energia recebem mais apoio político, visto que são fundamentais para amenizar a intermitência de geração destas fontes renováveis [35].

Na área de armazenamento de hidrogênio, uma usina hidrelétrica híbrida eólica foi estabelecida em Pulunzilao, Alemanha. Esta planta converte a energia eólica e hídrica em hidrogênio por eletrólise da água e aumenta a capacidade de energia renovável disponível para ser consumida. A Itália também investiu em um sistema de armazenamento de hidrogênio de 39 MWh na região de Puglia, cuja eficiência aumentou 60% usando a tecnologia de armazenamento de hidrogênio sólido [31,35].

A Grã-Bretanha, a França e a Espanha também introduziram políticas de subsídios para incentivar a geração de energia renovável com armazenamento de energia, entre os quais pode-se citar o projeto espanhol de energia renovável, o acordo dinamarquês de energia renovável, os projetos de pesquisa em soluções de armazenamento de energia para a Grã-Bretanha [35,30].

Embora os países europeus tenham aumentado o investimento em armazenamento de energia com o desenvolvimento e implantação de novos projetos para aumentar a flexibilidade da rede elétrica, esses países ainda não têm uma definição clara e classificação dos sistemas de armazenamento de energia. A legislação da União Europeia estabelece regras para atividades convencionais no âmbito da produção, do transporte, da distribuição e da oferta do sistema de energia. No entanto, o armazenamento de energia não é reconhecido como uma atividade separada ou como uma classe de ativos. Os Operadores de Sistemas de Transmissão europeus e os Operadores de Sistemas de Distribuição podem dispor de sistemas de armazenamento que satisfaçam os requisitos para "pequenos geradores", segundo os quais têm a obrigação de não distorcer a concorrência no mercado da eletricidade [35].

3.1.2. ESTADOS UNIDOS

A indústria de armazenamento de energia se desenvolveu rapidamente nos EUA em virtude da formulação de políticas de suporte correspondentes para promover o desenvolvimento das tecnologias de armazenamento e sua implantação. A política de armazenamento abrange, sobretudo, cinco aspectos: planejamento e desenvolvimento, apoio financeiro para projetos de demonstração, suporte a tarifas elétricas, cortes de impostos para instalação de armazenamento de energia, requisitos para configuração de armazenamento de energia, e além de suporte à tecnologia [35].

Para atuação conjunta com o mercado de geração, os EUA têm atuado principalmente no desenvolvimento de soluções de armazenamento térmico e de baterias, junto a fontes solares e eólicas. Para o setor de distribuição de energia o armazenamento de energia por bateria é empregado no mercado de serviços de regulação de frequência, área em que os Estados Unidos possuem conhecimento relativamente maduro.

3.1.3. JAPÃO

A capacidade instalada em projetos de armazenamento de energia no Japão é a segunda maior, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Uma das áreas de grande desenvolvimento e empresas reconhecidas é a de baterias de sódio-enxofre, cuja capacidade instalada japonesa ultrapassa mais de 300 MW. A instalação de sistemas de armazenamento de energia tem sido utilizada principalmente no lado residencial, industrial, comercial e de outros usuários para alcançar o auto uso espontâneo [31,35].

Devido ao seu território limitado, o Japão enfrenta grande dificuldade para geração de energia elétrica, o que fez com que o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e armazenamento de energia começasse muito cedo. O governo japonês promulgou o plano Daylight para desenvolver tecnologia para geração em pequenos espaços empregando fontes renováveis já em 1974. Também promulgou o plano Moonlight para investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de energia em 1978. Reflexo deste cenário foi notado em 2009, quando quase 90% dos projetos de armazenamento de energia foram desenvolvidos no território do Japão. O investimento nacional do Japão em projetos de armazenamento de energia atingirá 5 trilhões de ienes em 2020 [31].

3.1.4. CHINA

Ao contrário do mercado internacional, o mercado de energia na China tem se voltado mais para novos projetos de geração de energia e projetos de microgrid distribuídos. Os projetos microgrid, por exemplo, são responsáveis por 50% dos usuários de sistemas de armazenamento de energia. O mercado de armazenamento de energia na China manteve uma tendência ascendente em 2014, ano em que a capacidade instalada foi de 81,3 MW, aumentando 55% em relação a 2013. Este aumento se deve principalmente pelas plantas de armazenamento da BYD Company Limited, projetadas para suavizar a geração fotovoltaica e a transição da eletricidade entre vales-picos de produção. Além disso, a construção dos

projetos de microgrid Sea Island foram o destaque do mercado de armazenamento de energia na China em 2014 [27].

Usinas hidroelétricas com bombeamento são a forma popular de armazenamento de energia atualmente, por suas vantagens de baixo custo, velocidade de resposta e tecnologia madura. Até novembro de 2014 foram construídas 27 instalações de armazenamento hidráulico bombeado, com capacidade instalada de 21,81GW, ocupando 1,6% de toda a capacidade elétrica instalada na China [27].

O armazenamento de energia química tem o mais rápido progresso tecnológico no armazenamento de energia, entre os quais a tecnologia de baterias de sódio-enxofre e bateria de íon de lítio, tem feito progressos substanciais em segurança, eficiência de conversão de energia e tecnologia de armazenamento. Além disso, algumas tecnologias de armazenamento de energia chinesas estão atingindo níveis bastante avançados em termos mundiais, as baterias de lítio-íon e baterias de fluxo redox-vanádio.

As baterias de íon-lítio encontram-se em crescente expansão nas mais variadas formas de aplicação, destacando-se sua entrada no mercado doméstico e ultramarino. A bateria de chumbo-ácido tem sido amplamente utilizada em estações de comunicação comercial e centros de dados. A maturidade da tecnologia de bateria de fluxo, baterias de sódio-enxofre e ar comprimido supercrítico vem aumentando significativamente e tem estabelecido uma boa base para a industrialização chinesa. Através da implantação de novos projetos, a tecnologia e aplicação dos sistemas de armazenamento de energia tem crescido visando a regulação de pico de geração renováveis, modulação de frequência, conservação de energia industrial, energia distribuída e Smart Grid [27,31].

Recentemente leis, regulamentos e planos relativos ao armazenamento de energia foram emitidos na China. A emenda da Lei das Energias Renováveis em 2010 introduziu o desenvolvimento do armazenamento de energia, o qual foi impulsionado em 2011 com os incentivos a implantação das smart grids. A partir de 2013 a Administração Nacional de Energia lançou incentivos para empresas e indivíduos a investir e a operar projetos distribuídos de geração fotovoltaica. Estas leis e subsídios lançaram as bases para o desenvolvimento do armazenamento de energia a partir de fontes solares de geração. Ação de estratégia de desenvolvimento energético 2014-2020 também ressaltou que o armazenamento de energia é um dos campos inovadores para o setor elétrico. Nesse documento, além da ênfase e apoio a energia eólica e solar, destacou-se o papel da geração

renovável para regulação de frequências com armazenamento de energia. Além disso, de acordo com o novo plano nacional de urbanização, a taxa de consumo de energia renovável nas cidades aumentará para de 8,7% em 2012 para 13% em 2020 [27].

3.2. CENÁRIO REGULATÓRIO ATUAL DO SETOR ELÉTRICO APLICADO AO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Os recentes avanços nas tecnologias de armazenamento de energia e demonstrações iniciais da aplicação de grandes sistemas de armazenamento conectados à rede, revelaram o desajuste ou falta de aplicabilidade das atuais estruturas de mercado para remunerar adequadamente os proprietários e operadores destes sistemas. Como todas as tecnologias nascentes, os sistemas avançados de armazenamento de energia são caros quando comparados diretamente com as tecnologias de geração convencionais que foram melhoradas continuamente nos últimos 120 anos. Talvez mais importante ainda, a comparação direta entre um gerador e um dispositivo de armazenamento de energia pode não ser uma comparação justa, já que as atuais estruturas de mercado não podem remunerar todo o valor que o armazenamento de energia pode proporcionar.

Reconhecendo esse dilema, o órgão americano responsável pela área de regulação e legislação do setor elétrico, a Federal Energy Regulatory Commission (FERC), emitiu várias ordens que tratam da avaliação e remuneração de serviços que a rede necessita e que o sistema de armazenamento de energia pode fornecer muito bem.

Entre as mais proeminentes das ordens está a FERC Ordem 755, também conhecida como o estatuto de "pagamento por desempenho" para serviços de regulação de frequências [13,42]. Esta ordem estabelece que, tanto a velocidade, como a precisão das instruções dos operadores de rede para fornecer regulação de frequência, devem ser levadas em consideração na elaboração das tarifas para a prestação deste serviço.

Além disso, a FERC Ordem 784, emitida em julho de 2013, passou a permitir que os provedores de serviços de transmissão utilizassem serviços de regulação de frequência de terceiros através taxas de mercado contratadas por licitação competitiva. Os provedores públicos de serviços de Transmissão devem levar em consideração a velocidade e a precisão dos serviços de regulação para determinação dos requisitos mínimos para o serviço de regulação e resposta em frequência [13,26].

Ademais, a Ordem 792 do FERC, emitida em novembro de 2013, revisa pequenos contratos e procedimentos de interconexão de geradores [13,25]. Entre muitas revisões, a decisão especifica que os sistemas de armazenamento de energia devem ser incluídos nos acordos e procedimentos do setor elétrico como uma fonte de energia. Tal fato, efetivamente coloca o armazenamento de energia na mesma categoria dos pequenos geradores existentes. Em nível estatal, a Comissão de Provedores Públicos da Califórnia (California Public Utilities Commission - CPUC), em seus procedimentos em resposta à AB2514, emitiu uma decisão fazendo exigências para três concessionárias de propriedade privada (investor-owned utilities - IOUs) adquirir sistemas de armazenamento de energia. Em sua ordem em outubro de 2013, a CPUC exigiu aos três IOUs, Pacific Gas and Electric (PG&E), Southern California Edison (SCE), e San Diego Gas and Electric (SDG&E), adquirir sistemas de armazenamento de energia em quatro períodos específicos (2014, 2016, 2018 e 2020). A ordem ainda mencionava os posicionamentos dos dispositivos de armazenamento pelas três principais topologias do sistema de entrega (transmissão, distribuição e por trás do medidor no lado do cliente) [13,23].

FIGURA 39 - CRONOGRAMA DAS ORDENS FERC QUE IMPACTARAM A UTILIZAÇÃO DE ENERGY STORAGE

Fonte: Energy_Storage_World_Markets_Report_2014-2020

3.3. CENÁRIO DA REGULAÇÃO APLICADA A DIFERENCIAÇÃO DE BANDEIAS TARIFÁRIAS

Atualmente, verifica-se que não há a diferenciação de bandeiras tarifárias no âmbito da geração de energia elétrica no Brasil. As geradoras recebem a mesma remuneração independente da hora do dia, do dia da semana e do período do ano (seco ou úmido). Essa particularidade tende a ser alterada em função do cenário internacional e das novas perspectivas trazidas pelas Smart Grids, integração de fontes renováveis com inserção do excedente produzido na rede elétrica, e implantação dos sistemas de armazenamento de energia com possibilidade de comercialização nos horários de ponta.

Conforme analisado na seção anterior, na Califórnia, EUA, a Comissão de Provedores Públicos da Califórnia (California Public Utilities Commission - CPUC) em seus procedimentos, emitiu uma decisão fazendo exigências para três concessionárias de propriedade privada adquirir sistemas de armazenamento de energia. Em sua ordem em outubro de 2013, a CPUC exigiu que Pacific Gas and Electric (PG&E), Southern California Edison (SCE), e San Diego Gas and Electric (SDG&E), adquirissem sistemas de armazenamento de energia em quatro períodos específicos (2014, 2016, 2018 e 2020), conforme detalhado na tabela abaixo[13]:

FIGURA 40 - NECESSIDADE DE INSTALAÇÃO DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA PARA AS CONCESSIONÁRIAS PRIVADAS DA CALIFÓRNIA

Grade de Armazenamento	2014	2014	2018	2020	Total
Southern California Edison					
Transmissão	50	65	85	110	310
Distribuição	30	40	50	65	185
Cliente	10	15	25	35	85
Subtotal SCE	90	120	160	210	580
Pacific Gas and Electric					
Transmissão	50	65	85	110	310
Distribuição	30	40	50	65	185
Cliente	10	15	25	35	85
Subtotal PG&E	90	120	160	210	580
San Diego Gas e Electric					
Transmissão	10	15	22	33	80
Distribuição	7	10	15	23	55
Cliente	3	5	8	14	30
Subtotal SDG&E	20	30	45	70	165
Total - all 3 utilities	200	270	365	490	1325

Fonte: Procedimento da IEEE, Política Regulatória e Mercados para o Armazenamento de Energia na América do Norte.

Os principais elementos da política de armazenamento de energia da Califórnia incluem [18]:

- a) Mandado de 1.325 GW de armazenamento até 2020, dividido entre os três principais provedores.
- b) Subsídio de US \$ 1,80 / W para tecnologia de armazenamento qualificadas.
- c) Novas regras relativas à compensação por serviços auxiliares e outros fluxos de valor.

Neste contexto, as pesquisas realizadas prospectaram o surgimento da diferenciação de bandeiras tarifárias no âmbito da geração de energia elétrica para estas 3 concessionárias, Pacific Gas and Electric (PG&E), Southern Califórnia Edison (SCE), e San Diego Gas and Electric (SDG&E). De forma geral, observou-se que há diferenciações ao longo do dia, dos dias de semana e dos períodos do ano, conforme será demonstrado a seguir.

Além dos Estados Unidos, países como Japão e Alemanha recebem subsídios para a instalação de novos sistemas de armazenamento de energia [18];

3.3.1. SOUTHERN CALIFORNIA EDSON

A Southern California Edison (SCE) possui vários tipos planos de tarifas residências de acordo com o perfil de consumo do consumidor. Esses planos levam em consideração a hora de uso da energia, diferenciando o valor da tarifa de acordo com a hora do dia, dia da semana e época do ano.

A seguir, na Tabela 2 está ilustrada a as bandeiras tarifárias aplicadas pela Southern California Edison (SCE) no plano residencial TOU-D-PRIME (TIME-OF-USE). Esse plano apresenta uma tarifa ideal para proprietários de veículos elétricos ou híbridos plug-in, clientes com bateria residencial ou com sistema de boiler elétrico para aquecimento de água. Essa tarifa possui uma tarifa básica diária fixa, que permite tarifas Super fora ponta e fora ponta. Isso é ideal para clientes que usam tecnologias limpas de energia e podem mudar esse uso para horário de menor custo [17].

TABELA 2 – CENÁRIO DE DIFERENCIAÇÃO DAS BANDEIRAS TARIFÁRIAS EM DIAS DE SEMANAS APLICADAS PELA SCE NA MODALIDADE TOU-D-PRIME.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
1	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
2	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
3	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
4	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
6	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
7	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
8	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
9	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
11	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
12	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
13	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
14	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
15	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
16	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
17	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
18	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
19	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
20	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
21	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
22	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
23	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5

Fonte: Southern California Edison (<https://www.sce.com/residential/rates/Time-Of-Use-Residential-Rate-Plans>)

Analisando a Tabela 2 , observa-se que ao longo dos meses do ano (eixo horizontal) existem 2 períodos definidos. O primeiro período, verão americano, de junho a setembro, é composto por 2 bandeiras distintas (bandeiras 1 e 2). O segundo período, referente ao inverno americano, de outubro a maio, é composto por 3 bandeiras distintas (bandeiras 3, 4 e 5).

TABELA 3 - TARIFAS APLICADAS PELA SCE DURANTE OS DIAS DE SEMANA

Período	1	2	3	4	5
Tarifa em centavos de dólar/kWh	0,37	0,13	0,35	0,12	0,12

Fonte: Southern California Edison (<https://www.sce.com/residential/rates/Time-Of-Use-Residential-Rate-Plans>)

Analisando a Tabela 4, observa-se que a distribuição das tarifas durante os finais de semana e feriados possui a mesma distribuição das tarifas os dias de semana, porém conforme Tabela 5, é possível verificar que existe uma alteração nos valores das tarifas para o período de 4PM – 9PM, durante o verão.

TABELA 4 - CENÁRIO DE DIFERENCIAÇÃO DAS BANDEIRAS TARIFÁRIAS EM FINAIS DE SEMANA APLICADAS PELA SCE NA MODALIDADE TOU-D-PRIME

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
1	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
2	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
3	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
4	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
6	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
7	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
8	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
9	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
11	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
12	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
13	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
14	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
15	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
16	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
17	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
18	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
19	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
20	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4
21	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
22	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5
23	5	5	5	5	5	2	2	2	2	5	5	5

Fonte: Southern California Edison (<https://www.sce.com/residential/rates/Time-Of-Use-Residential-Rate-Plans>)

TABELA 5 - TARIFAS APLICADAS PELA SE DURANTE OS FINAIS DE SEMANA

Período	1	2	3	4	5
Tarifa em centavos de dólar/kWh	0,27	0,13	0,35	0,12	0,12

Fonte: Southern California Edison (<https://www.sce.com/residential/rates/Time-Of-Use-Residential-Rate-Plans>)

3.3.2. ESPANHA

A partir de 2011, com o Real Decreto 693/2011, a Espanha adotou um sistema de tarifas de tempo de uso para determinados clientes [18]. Os clientes são divididos em tamanhos diferentes, sendo que os menores podem receber uma tarifa fixa e os clientes maiores, geralmente, em uma estrutura de tempo de uso. Para os clientes maiores as estruturas possuem 3 períodos e intervalos de tempo que variam de acordo com a localização e a estação [18].

TABELA 6 - CENÁRIO DE DIFERENCIAÇÃO DAS BANDEIRAS TARIFÁRIAS NA ESPANHA

	INVERNO				VERÃO		
	Península e Ilhas Canárias	Ilhas Baleares	Ceuta e Melilla		Península e Ilhas Canárias	Ilhas Baleares	Ceuta e Melilla
0	1	1	2	0	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	2	2	1	8	2	2	2
9	2	2	2	9	2	2	2
10	2	2	2	10	2	2	2
11	2	2	2	11	3	2	3
12	2	2	2	12	3	2	3
13	2	2	2	13	3	2	3
14	2	2	2	14	3	2	3
15	2	2	2	15	2	2	2
16	2	2	2	16	2	2	2
17	2	2	2	17	2	2	2
18	3	3	2	18	2	3	2
19	3	3	3	19	2	3	2
20	3	3	3	20	2	3	2
21	3	3	3	21	2	3	2
22	2	2	3	22	2	2	2
23	2	2	2	23	2	2	2

Fonte: Energy Storage World Markets Reports – 2014-2020 – Energy Storage World Forum

TABELA 7 - TIPOS DE TARIFAS APLICADAS PELA ESPANHA

Período	1	2	3
Tipo de Tarifa	Período Mínimo	Fora Ponta	Ponta

Fonte: Energy Storage World Markets Reports – 2014-2020 –
Energy Storage World Forum

3.3.3. AS EXPERIÊNCIAS DE APLICAÇÃO DA TARIFA HORÁRIA NA DISTRIBUIÇÃO PARA A BAIXA TENSÃO NO BRASIL

Alguns projetos experimentais com TOU5, no grupo B, foram realizados no Brasil, sob a denominação promocional de Tarifa Amarela. A sua concepção fora baseada na tarifação diferenciada de energia elétrica (MWh) conforme o período de consumo, noturno e diurno, das 22:00 h às 07:00 h, das classes atendidas em baixa tensão, adequada para consumidores intensivos (ou propensos) no período noturno, tal como iluminação pública, termoacumulação e irrigação [4]

Atualmente, a Resolução ANEEL n.º 334, de 02 de dezembro de 1999, autoriza as distribuidoras a desenvolverem projetos visando a melhoria de seu fator de carga, por meio de tarifas diferenciadas sob anuência prévia do consumidor. A distribuidora pode propor a tarifa a ser aplicada a até um por cento do mercado ou cinco mil unidades consumidoras, o que for maior [4]

Desse modo, diferentes distribuidoras, tais como Copel, Bandeirante, CPFL, Celpa, Cosern e Cemig, realizaram estudos e implantaram projetos pilotos de tarifação diferenciada em unidades consumidoras de pequeno porte e pertencentes ao grupo B. Ao final, algumas solicitaram à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL a efetiva implantação da opção tarifária, o que não ocorreu devido à falta de regulamentação. Ressalte-se que os consumidores participantes dos projetos pilotos deveriam concordar formalmente com o novo método tarifário [4].

Nesses projetos as tarifas eram estruturadas em postos cuja relação entre ponta e fora de ponta era de aproximadamente três a seis vezes. Ainda, alguns apresentaram custos desfavoráveis, quando da substituição dos medidores convencionais por eletrônicos. Todavia, sua aplicação se mostrou viável na medida em que possibilitou a reação da carga ao sinal de preço, melhorando a eficiência dos recursos globais empregados [4].

Os projetos pilotos demonstram que consumidores foram motivados para a mudança de hábitos pelo preço diferenciado, comprovando que os valores das tarifas são eficientes no alcance do principal objetivo: estimular a redução/transferência do consumo de energia elétrica na ponta. Porém, para alguns segmentos, os pilotos mostraram que a tarifa diferenciada pode até mesmo aumentar o consumo total, em razão dos consumidores aumentarem o uso de equipamentos elétricos, aproveitando o custo mais baixo fora da ponta [4].

4. ASPECTOS FUNDAMENTAIS DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS

O objetivo deste capítulo é descrever os algoritmos genéticos, moldando alguns conceitos e fornecendo os conhecimentos básicos para o correto entendimento dos desdobramentos dos processos de otimização que serão trabalhados no Capítulo 5.

A aplicação crescente de técnicas de sistemas inteligentes, agregadas às técnicas convencionais, tem gerado resultados bem eficientes e cada vez mais convincentes quando utilizadas em problemas relacionados aos sistemas elétricos de potência, pois o objetivo de destaque da aplicação dessas técnicas consiste no alcance de tratabilidade, robustez, baixo custo e altas taxas de eficiência.

4.1. ALGORÍTMOS GENÉTICOS

Essa seção mostra os principais aspectos e as características dos Algoritmos Genéticos (AG) que são utilizados como ferramenta de busca e otimização para solução de diversos tipos de problemas [19].

A busca e a otimização possuem vários componentes, entre eles: o espaço de busca, onde são consideradas todas as possibilidades de solução de um determinado problema, e a função de custo, que é uma forma de avaliar os elementos do espaço de busca. Existem diversos métodos de busca e funções de avaliação. As técnicas tradicionais de busca ou otimização iniciam o seu processo com um único candidato que, iterativamente, é manipulado utilizando algumas heurísticas, normalmente estáticas, diretamente associadas ao problema a ser solucionado [19].

Normalmente, esses processos heurísticos têm simulação computacional muito complexa, além de não serem suficientemente robustos. Com isso, os Algoritmos Genéticos (AGs) vêm recebendo atenção, denotando robustez na busca estocástica aplicada a problemas de otimização, com evidências da sua aplicação em diversos problemas. Além disso, os AGs diferem das técnicas tradicionais de busca e otimização nos seguintes aspectos:

- a) Trabalham com codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros.
- b) Utiliza uma população e não um único ponto.

- c) Usa informações de custo ou recompensa, dispensando uso de derivadas ou outro conhecimento auxiliar.
- d) Utiliza regras de transição probabilísticas e não determinísticas.

Como já afirmado, os AGs têm se mostrado muito eficientes para busca de soluções ótimas, ou quase ótimas em uma grande variedade de problemas, pois não impõem muitas das limitações encontradas nos métodos de busca tradicionais.

Além de seguir uma estratégia elegante de gerar e testar soluções, por serem também baseados na evolução biológica, é ainda capaz de identificar e explorar aspectos do ambiente onde o problema está inserido e convergir globalmente para soluções ótimas, ou aproximadamente ótimas [19].

Charles Darwin no ano de 1859 enunciou a seguinte frase referente à Teoria da Seleção Natural: “Quanto melhor um indivíduo se adaptar ao seu meio ambiente, maior será sua chance de sobreviver e gerar descendentes férteis”. Esta teoria se aproxima do mecanismo ligado aos AGs [19].

Os AGs são uma classe de procedimentos com um conjunto de passos distintos e bem especificados, no qual cada um destes passos possui muitas possíveis variações. Inicialmente, é gerada uma população formada por um conjunto aleatório de indivíduos que podem ser vistos como possíveis soluções do problema [19].

Durante o processo evolutivo, a população é avaliada: para cada indivíduo é dada uma nota (índice), refletindo sua habilidade de adaptação a determinado ambiente. Uma porcentagem dos mais adaptados é mantida, enquanto os outros são descartados (darwinismo). Os membros mantidos pela seleção podem sofrer modificações em suas características fundamentais por meio de mutações e cruzamento (crossover), ou recombinação genética, gerando descendentes para a próxima geração. Esse processo, chamado de reprodução, é repetido até que uma solução satisfatória seja encontrada [19].

4.2. ASPECTOS GERAIS DOS ALGORÍTMOS GENÉTICOS

Como já apresentado, os AGs são algoritmos de otimização global, baseados nos mecanismos de seleção natural e genética. Estes empregam uma estratégia de busca paralela e estruturada, embora aleatória, direcionada à busca de pontos de “alta aptidão”, ou seja, pontos nos quais a função a ser minimizada ou maximizada tem valores relativamente baixos ou altos. Apesar de aleatórios, os AGs não são buscas aleatórias não direcionadas, pois exploram informações históricas para encontrar novos pontos de busca onde são esperados os melhores resultados [19].

Isso é feito por meio de processos iterativos, nos quais cada iteração é chamada de geração. Durante cada geração, os princípios de seleção e reprodução são aplicados a uma população de candidatos que pode variar, dependendo da complexidade do problema e dos recursos computacionais disponíveis. Por meio da seleção, são determinados quais indivíduos conseguirão se reproduzir, gerando um número determinado de descendentes para a próxima geração, com uma probabilidade determinada pelo seu índice de aptidão. Em outras palavras, os indivíduos com maior valor de adaptação relativa têm maiores chances de se reproduzir. O fluxograma a seguir apresenta o ciclo de execução de um AG.

FIGURA 41 - FLUXOGRAMA DE EXECUÇÃO DO AG.

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

Durante esse processo, os melhores indivíduos, assim como alguns dados estatísticos, podem ser coletados e armazenados para avaliação.

Cada uma das fases desse ciclo, assim como os critérios de parada utilizados para a saída do laço de repetição, será explicada posteriormente.

Os AGs têm a capacidade de resolver problemas complexos de uma maneira elegante. Além disso, eles não são limitados por suposições sobre o espaço de busca, relativas a continuidade, existência de derivadas, etc. Geralmente, buscas em problemas reais são repletos de descontinuidades, ruídos e outros problemas. Métodos que dependam fortemente de restrições de continuidade e existência de derivadas são adequados apenas para problemas em um domínio limitado [19].

O AG processa populações de indivíduos ou cromossomos. O cromossomo é uma estrutura de dados, geralmente vetores ou cadeias de valores binários, que representa uma possível solução do problema a ser otimizado. Em geral, o cromossomo representa o conjunto de parâmetros da função objetivo cuja resposta será maximizada ou minimizada. O conjunto de todas as configurações que o cromossomo pode assumir forma o seu espaço de busca. Se o cromossomo representa n parâmetros de uma função, então o espaço de busca é um espaço de n dimensões. A maioria das representações é genotípica, utilizando vetores de tamanho finito em um alfabeto também finito.

Normalmente, o genótipo de um indivíduo é representado por um vetor binário, onde cada elemento de um vetor denota a presença (1) ou ausência (0) de uma determinada característica. Os elementos podem ser combinados formando as características reais do indivíduo, ou seja, o seu fenótipo.

Teoricamente, essa representação é independente do problema, pois uma vez encontrada a representação em vetores binários, as operações padrão podem ser utilizadas, facilitando o seu emprego em diferentes classes de problemas.

A representação binária é a representação mais popular, por ser de fácil utilização e manipulação, e simples de analisar. Contudo, se um problema tem parâmetros contínuos e o usuário desejar trabalhar com maior precisão, provavelmente acabará utilizando longos cromossomos para representar soluções, necessitando de uma grande quantidade de memória. Outro aspecto a ser observado é a não-uniformidade dos operadores; por exemplo, se o valor real de um gene for codificado por um vetor binário, a mutação nos primeiros

valores binários do gene afetará mais a aptidão do cromossomo que a mutação nos seus últimos valores [19].

A representação de um cromossomo usando números reais é mais naturalmente compreendida pelo ser humano e requer menos memória que aquela usando uma cadeia de bits.

A utilização de representações em níveis de abstração mais altos tem sido investigada e por serem mais fenotípicas, facilitariam seu uso em determinados ambientes, onde essa transformação “fenótipo-genótipo” é muito complexa. Nesse caso, precisam ser criados os operadores específicos para utilizar essas representações [19].

Nas próximas seções serão discutidos principais métodos de Seleção Natural, os Operadores Genéticos e por fim, os Parâmetros Genéticos.

4.3. SELEÇÃO

Basicamente, o funcionamento dos AGs consiste no critério de seleção que, depois de muitas gerações, o conjunto inicial de indivíduos gere indivíduos mais aptos. O AG inicia com uma população de N cromossomos. Quando não existe nenhum conhecimento prévio sobre a região do espaço de busca onde se encontra a solução do problema, os cromossomos são gerados aleatoriamente. Se houver um conhecimento prioritário sobre a região em que está localizada a solução, ou seja, forem conhecidas soluções aceitáveis que podem estar próximas às soluções ótimas, os cromossomos iniciais podem ser definidos de forma determinística.

Para que o processo de seleção privilegie os indivíduos mais aptos, a cada cromossomo da população é atribuído um valor dado por uma função denominada função aptidão. Tal função recebe como entrada os valores do gene do cromossomo e fornece como resultado a sua aptidão. A aptidão pode ser vista como uma nota que mede quão boa é a solução codificada por um indivíduo e é baseada no valor da função objetivo. Esta função é específica para cada tipo de problema [19].

Para alguns métodos de seleção, é desejável que o valor de aptidão de cada indivíduo seja menor que 1 e que a soma de todos os valores de aptidão seja igual a 1. Para isso, para cada indivíduo é calculada a aptidão relativa, que é obtida dividindo o valor de sua aptidão pela soma dos valores de aptidão de todos os indivíduos da população.

Uma função objetivo, também conhecida como função custo, é geralmente uma expressão matemática que mede o quanto uma solução está próxima ou distante da solução desejada. Normalmente, ela tem restrições que devem ser satisfeitas pela solução. Alguns problemas de otimização procuram maximizar o valor da função objetivo, isto é, encontrar soluções que produzam o maior valor possível para a função objetivo. Por exemplo, definir o número máximo de caixas que podem ser colocadas dentro de um caminhão. Outros problemas procuram minimizar o valor da função custo, como por exemplo, encontrar a solução mais barata. Há ainda funções que procuram satisfazer mais de um objetivo, as quais são encontradas em problemas de otimização multiobjetivo [19].

Atribui-se então um valor de aptidão a cada indivíduo da população, o processo de seleção escolhe um subconjunto de indivíduos da população atual, gerando uma população intermediária. Existem diversos métodos de seleção. A maioria deles favorece indivíduos com maiores graus de aptidão, embora não exclusivamente, a fim de manter a diversidade da população. Nessa seção serão apresentados três métodos de seleção: Método da Roleta, Método do Torneio e Método da Amostragem Universal Estocástica. Para facilitar a compreensão e a diferença entre os métodos, considera-se uma população com cinco indivíduos de genótipo, aptidão e aptidão relativa ilustrados na Tabela 8. As informações dessa tabela serão utilizadas para entendimento dos três métodos.

TABELA 8 - VALOR DE APTIDÃO DE INDIVÍDUOS DE UMA POPULAÇÃO.

Indivíduo	Aptidão	Aptidão Relativa
1	1	0,025
2	3	0,075
3	4	0,100
4	6	0,150
5	7	0,175
6	9	0,225
7	10	0,250

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

4.3.1. MÉTODO DA ROLETA

É o método mais simples e o mais usado. Os indivíduos de uma geração (ou população) são selecionados para a próxima geração utilizando uma roleta, semelhante à roleta utilizada em jogo de cassino. Cada indivíduo da população é representado na roleta por uma fatia proporcional ao seu índice de aptidão. Assim, os indivíduos com maiores aptidões ocupam fatias maiores da roleta e os indivíduos com aptidão mais baixa recebem fatias menores.

A Figura 42 mostra uma roleta a partir de valores de aptidão dos indivíduos de uma população. Para a seleção dos indivíduos, a roleta é girada um determinado número de vezes, definido pelo tamanho da população. A cada giro da roleta, um indivíduo apontado pela agulha é selecionado.

FIGURA 42 - MÉTODO DA ROLETA

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

4.3.2. MÉTODO DO TORNEIO

Nesse método n indivíduos da população são selecionados aleatoriamente, com a mesma probabilidade. O cromossomo com maior aptidão dentre estes n cromossomos é selecionado para a população intermediária. O processo se repete até que a população intermediária seja preenchida. Geralmente, o valor utilizado para n é 3. O uso do método de seleção por torneio para $n = 3$ é ilustrada na Figura 43.

FIGURA 43 - MÉTODO DO TORNEIO

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

4.3.3. MÉTODO DA AMOSTRAGEM UNIVERSAL

Esse método é uma variação do método da Roleta em que, em vez de uma única agulha, n agulhas igualmente espaçadas são utilizadas. O n depende do número de indivíduos a serem selecionados para a próxima geração. Assim, ao invés de girar n vezes a roleta, gira-se apenas uma vez, exibindo menos variância que as repetidas chamadas do método da roleta. Tal método é ilustrado na Figura 44 .

FIGURA 44 - MÉTODO DA AMOSTRAGEM UNIVERSAL ESTOCÁSTICA

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

4.4. OPERADORES GENÉTICOS

Um conjunto de operadores é necessário para que, dada uma população, seja possível gerar populações sucessivas que melhorem sua aptidão com o tempo. Estes operadores são denominados de cruzamento (crossover) e mutação. Eles são utilizados para assegurar que a nova geração seja totalmente nova, mas que possuam de alguma forma, características de seus pais. Estes são necessários para que a população se diversifique e mantenha características de adaptação adquiridas pelas gerações anteriores. Para prevenir que os melhores indivíduos não desapareçam da população pela manipulação dos operadores genéticos, aqueles podem ser automaticamente colocados na próxima geração, por meio de uma política elitista.

O princípio básico dos operadores genéticos é transformar a população por meio de sucessivas gerações, estendendo a busca até chegar a um resultado satisfatório.

O operador de mutação é necessário para a introdução e manutenção da diversidade genética da população, alterando arbitrariamente um ou mais componentes de uma estrutura escolhida, o que fornece meios para introdução de novos elementos na população. Deste modo, a mutação assegura que a probabilidade de chegar a qualquer ponto do espaço de busca nunca será zero, além de contornar o problema de mínimos locais, pois este mecanismo altera levemente a direção da busca.

O operador de mutação é aplicado aos indivíduos com uma probabilidade dada pela taxa de mutação (Figura 45). Geralmente se utiliza uma taxa de mutação pequena, pois é um operador genético secundário [19].

FIGURA 45 - EXEMPLO DE MUTAÇÃO

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

O cruzamento o operador responsvel pela recombinao de caractersticas individuais durante a reproduo, permitindo que as prximas geraes herdem essas caractersticas. Esse operador considerado o operador gentico predominante, por isso

aplicado com probabilidade dada pela taxa de cruzamento que deve ser maior que a taxa de mutação. Há vários tipos de cruzamento, os mais utilizados são [19]:

- a) Cruzamento de Um-ponto: Um ponto de cruzamento é escolhido e a partir dele as informações genéticas dos indivíduos serão trocadas. As informações anteriores a este ponto em um dos pais são ligadas às informações posteriores a este ponto no outro pai, como ilustrado na Figura 46.

FIGURA 46 - EXEMPLO DE CRUZAMENTO DE PONTO

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

- b) Cruzamento Multipontos: É uma generalização da ideia de troca de material genético através de pontos, em que vários pontos de cruzamento podem ser utilizados. O funcionamento deste operador é mostrado na Figura 47.

FIGURA 47 - EXEMPLO DE CRUZAMENTO DE DOIS PONTOS

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

- c) Cruzamento Uniforme: Não utiliza pontos de cruzamento, mas determinam, por meio de uma máscara, quais os genes de cada cromossomo que cada filho herdará. Um exemplo da troca de informações provocada por este operador pode ser visto na Figura 48. Um valor 1 na máscara indica que o gene correspondente do pai A será herdado pelo filho C, e o gene correspondente do pai B será herdado pelo filho D. Para um valor igual a 0 na máscara, ocorre o inverso.

FIGURA 48 - EXEMPLO DE CRUZAMENTO UNIFORME

Fonte: REZENDE, S.O. (2005)

4.5. PARÂMETROS GENÉTICOS

O desempenho de um AG é influenciado pela definição dos parâmetros a serem utilizados. Portanto, é importante analisar como os parâmetros podem ser utilizados diante das necessidades dos problemas e dos recursos disponíveis. Os parâmetros são [19]:

- Tamanho da População:** O tamanho afeta o desempenho global e a eficiência dos AGs. Em uma população pequena o desempenho pode cair, pois ela fornece uma pequena cobertura do espaço de busca do problema. Uma grande população geralmente fornece uma cobertura representativa do domínio do problema, além de prevenir convergências prematuras para soluções locais em vez de globais. No entanto, para trabalhar com grandes populações, são necessários mais recursos computacionais, ou que o algoritmo trabalhe por um tempo muito maior.
- Taxa de Cruzamento:** Quanto maior for essa taxa, mais rapidamente novas estruturas serão introduzidas na população. Mas se for muito alta, estruturas com boas aptidões poderão ser retiradas mais rapidamente que a capacidade da seleção em criar melhores estruturas. Se a taxa for muito baixa, a busca pode se estagnar.
- Taxa de Mutação:** Uma baixa taxa de mutação previne que a busca fique estagnada em sub-regiões do espaço de busca. Além disso, possibilita que qualquer ponto do espaço de busca seja atingido. Com uma taxa muito alta, a busca se torna essencialmente aleatória.

- d) Intervalo de Geração: Controla a porcentagem da população que será substituída para a próxima geração. Com um intervalo grande, a maior parte da população será substituída e isso pode levar à perda de estruturas de alta aptidão. Com um intervalo pequeno, o algoritmo pode se tornar muito lento.
- e) Critério de Parada: Diferentes critérios podem ser adotados para terminar a execução de um AG, como por exemplo, após um dado número de gerações, quando a aptidão média ou do melhor indivíduo não melhorar ou quando as aptidões dos indivíduos de uma população se tornarem muitas parecidas. Ao conhecer a resposta máxima da função objetivo, torna-se possível utilizar este valor como critério de parada.

5. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE CENÁRIOS REGULATÓRIOS

A distribuição das bandeiras tarifárias atual no âmbito da geração de energia elétrica, não apresenta, atualmente, diferenciação para os horários do dia ou para os períodos do ano. Neste capítulo serão apresentados os principais resultados envolvendo o processo de majoração/minoração do valor das bandeiras tarifárias através de simulações.

Como dados de entrada para as simulações, além dos dados de configuração dos algoritmos genéticos (tamanho da população, taxa de cruzamento médio, taxa de mutação e persistência para interrupção), foram utilizadas as seguintes informações:

- a) Perfil de geração típica de uma Usina Hidroelétrica;
- b) Quantidade de períodos distintos do ano;
- c) Quantidade de bandeiras por período;
- d) Percentual de majoração/minoração desejado em relação a tarifa atual.

5.1. METODOLOGIA UTILIZADA PARA AS SIMULAÇÕES

Considerando que todos os horários de cada mês do ano, atualmente, possuem a mesma tarifa, essas horas serão representadas por um fator unitário. Conforme Tabela 9 – , a soma de todos os fatores do mês será 24 e, conseqüentemente, a soma de todos os fatores do ano será de 288.

TABELA 9 – REPRESENTAÇÃO DO SOMATÓRIO DOS FATORES MULTIPLICATIVOS

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Somatório dos fatores horários	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	288

Fonte: Própria.

O objetivo das simulações é gerar uma distribuição otimizada dos fatores multiplicativos da tarifa atual, de acordo o perfil de geração da respectiva planta utilizada como modelo. A simulação não irá alterar a soma dos fatores multiplicativos, apenas irá distribuí-los de forma a maximizar a receita, ou seja, a soma dos fatores multiplicativos no ano deverá continuar sendo 288.

A Tabela 10 apresenta o resultado de uma simulação para majoração/minoração da tarifa atual em 80%, considerando 2 períodos distintos com no máximo 6 bandeiras. O período 1, de fevereiro a setembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,2 como fator multiplicativo

da tarifa atual das 22 às 9 horas, fator de 1,8 das 9 às 12 horas, 1,1905 das 12 às 15 horas e, novamente, fator de 1,8 das 15 às 22 horas. O período 2, de setembro a fevereiro, composto por 2 bandeiras apenas, apresenta fator 0,76 da 0 às 8 horas e 1,14 das 8 à 0 hora. Através da Tabela 11 é possível verificar que não houve alteração no somatório anual dos fatores multiplicativos.

TABELA 10 – BANDEIRAS TARIFÁRIAS PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDERIAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
1	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
2	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
3	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
4	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
5	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
6	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
7	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
8	1,1400	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
9	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
10	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
11	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
12	1,1400	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
13	1,1400	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
14	1,1400	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
15	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
16	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
17	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
18	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
19	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
20	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
21	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
22	1,1400	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
23	1,1400	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400

Fonte: Própria.

TABELA 11 – REPRESENTAÇÃO DO SOMATÓRIO DOS FATORES MULTIPLICATIVOS DA TABELA 5

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Somatório dos fatores horários	24,320	23,772	23,772	23,772	23,772	23,772	23,772	23,772	24,320	24,320	24,320	24,320	288

Fonte: Própria.

Os resultados das distribuições de bandeiras tarifárias obtidas pelas simulações com algoritmos genéticos estão detalhados no apêndice A. Foram gerados um total de 144 cenários distintos, através das seguintes variações:

- a) Divisão do ano: 2, 3 e 4 períodos distintos;
- b) Quantidade máxima de bandeiras por período: 2, 3, 4, 5 e 6 bandeiras por período;
- c) Percentual de majoração / minoração da tarifa atual: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% e 80%;

5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DE NOVAS DISTRIBUIÇÕES TARIFÁRIAS

Como o objetivo de ilustrar as possibilidades de incremento de receitas possibilitadas pela utilização de tarifas horárias diferenciadas, será apresentada uma análise financeira comparativa entre os seguintes cenários:

- a) Receita de Geração típica de uma usina hidroelétrica;
- b) Incremento de receita através da aplicação de nova distribuição tarifária, obtida através dos resultados das simulações;

5.2.1. RECEITA DE GERAÇÃO TÍPICA DE USINA HIDROELÉTRICA

A Tabela 12 apresenta valores típicos de geração em MWh de uma usina hidroelétrica, obtidos através de simulações, que contabiliza 400.000,5 MWh de geração anual.

Para efeito de análise consideramos a tarifa atual como R\$ 151,68 R\$/MWh (cento e cinquenta e um reais e sessenta e oito centavos por MWh), valor extraído do 28º Leilão de Energia Nova da Aneel, do produto Quantidade Hidrelétrica – QTDH-30-2024, realizado em 31/08/2018, fonte UHE, empreendimento Baixo Iguaçu.

TABELA 12 - GERAÇÃO TÍPICA DE UMA USINA HIDROELÉTRICA

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	1462,3	707,9	1829,8	1055,4	1037,0	784,5	556,4	594,5	543,6	712,9	551,5	753,7
	1	1497,1	648,4	1079,4	660,9	860,2	587,0	544,7	561,9	549,1	550,7	540,2	688,6
	2	1488,2	649,5	1044,5	648,4	851,1	552,0	544,7	589,9	536,1	539,8	540,3	693,4
	3	1513,3	636,2	1067,3	648,5	851,0	551,9	544,7	619,2	489,5	539,9	540,3	699,0
	4	1513,2	636,2	1073,7	649,8	851,0	551,9	544,7	530,6	502,9	539,9	540,3	681,2
	5	1472,9	635,4	1072,4	626,5	850,3	551,4	544,3	533,4	506,8	539,3	539,8	690,3
	6	1477,4	631,7	1062,2	626,8	851,6	551,9	544,6	543,4	507,1	539,9	540,1	693,4
	7	1495,2	659,2	1015,2	612,8	1082,8	604,4	544,5	543,4	507,0	587,9	595,1	741,2
	8	1581,3	693,3	1003,3	632,5	1171,6	663,5	544,4	543,2	506,8	725,1	822,9	1180,6
	9	1772,0	835,1	1329,6	683,1	1210,3	714,6	544,2	577,9	507,0	1043,3	1145,3	1633,1
	10	2825,9	1162,7	1626,9	632,9	1206,5	734,2	568,7	646,9	650,6	1401,1	2051,2	2208,4
	11	3021,8	1625,3	2036,7	1562,9	1209,4	1228,5	1668,1	1570,4	1670,9	2027,4	2120,6	2304,9
	12	2888,5	1646,8	2064,0	1749,0	1236,4	1277,3	1746,0	1602,8	1728,2	2108,1	2096,5	2301,6
	13	3046,3	1906,1	2020,8	1839,1	1232,5	1306,3	1736,5	1601,9	1682,1	2119,9	2095,9	2295,3
	14	3110,3	2001,7	2049,3	1895,8	1232,5	1304,9	1719,7	1599,0	1762,1	2167,1	2096,9	2295,9
	15	3128,5	2008,4	2050,1	1873,5	1231,3	1340,1	1719,5	1607,3	1759,3	2185,0	2096,9	2291,3
	16	3154,9	1984,2	2050,4	1923,7	1224,0	1342,6	1714,3	1606,2	1693,5	2184,1	2099,7	2290,9
	17	2654,6	1968,7	2057,8	1949,4	1234,7	1359,5	1717,5	1615,9	1710,5	2173,9	2169,2	2321,9
	18	2411,0	1866,6	2304,7	2132,1	1302,0	1613,3	1771,7	1684,1	1873,2	2187,9	2174,8	2337,1
	19	2401,9	1623,4	2379,7	2176,7	1353,0	1629,3	1827,3	1688,7	2011,0	2205,7	2258,3	2351,2
	20	2375,2	1611,3	2409,7	2158,9	1359,1	1614,1	1826,2	1688,9	2024,6	2205,8	2304,2	2362,1
	21	2366,4	1544,8	2396,5	2165,1	1317,8	1611,3	1814,7	1632,5	2004,5	2160,6	2154,2	2259,9
	22	2066,5	1465,5	2372,2	2126,4	1313,7	1599,7	1783,1	1580,3	1987,9	1667,4	1532,0	1519,6
	23	1910,9	1059,3	2091,5	1639,1	1210,5	1076,2	658,7	689,6	1002,4	1037,0	994,2	1295,8

Fonte: Própria.

Os resultados financeiros da geração da hidroelétrica, utilizando a tarifa convencionada de R\$ 151,68 R\$/MWh, estão ilustrados na Tabela 13 e totalizam R\$ 60.672.227,97 (Sessenta milhões, seiscentos e setenta e dois mil, duzentos e vinte e sete reais e noventa e sete centavos).

TABELA 13 – RESULTADOS FINANCEIROS DA USINA HIDROELÉTRICA ATRAVÉS DA TARIFA CONVENCIONADA

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	221801,5	107376,8	277550,8	160083,0	157446,5	118999,5	84401,5	90166,2	82451,6	108137,2	83647,0	114320,7
	1	227073,7	98345,6	163720,5	100246,7	130467,9	89041,1	82613,2	85232,3	83284,4	83526,9	81942,6	104443,1
	2	225723,4	98509,8	158430,0	98355,3	129089,2	83732,4	82612,9	89470,1	81312,8	81881,1	81951,0	105173,9
	3	229543,9	96502,1	161894,5	98359,9	129081,8	83719,6	82624,6	93913,8	74250,6	81894,7	81952,9	106029,5
	4	229529,0	96501,5	162860,2	98566,6	129083,9	83717,3	82621,9	80485,5	76281,6	81898,7	81951,7	103328,9
	5	223410,7	96371,2	162664,3	95029,1	128975,8	83636,3	82556,5	80911,9	76866,2	81798,3	81875,7	104698,0
	6	224095,3	95815,6	161121,4	95068,5	129171,1	83716,9	82603,6	82427,4	76919,0	81887,7	81918,4	105170,4
	7	226792,6	99991,7	153991,5	92953,2	164240,6	91669,5	82596,9	82428,2	76907,8	89170,9	90263,2	112426,2
	8	239846,1	105154,2	152184,4	95940,8	177705,7	100641,1	82570,6	82395,1	76873,0	109983,7	124821,0	179071,6
	9	268775,4	126672,4	201676,4	103618,7	183573,2	108394,7	82548,8	87659,5	76908,8	158255,1	173721,0	247709,2
	10	428637,0	176362,5	246760,9	96003,5	183009,5	111367,3	86260,7	98126,6	98678,4	212520,4	311121,3	334971,0
	11	458348,2	246532,4	308923,3	237055,9	183437,2	186335,5	253022,3	237199,4	253449,2	307510,4	321656,5	349613,5
	12	437133,9	249781,0	313064,9	265284,0	187537,8	193734,9	264837,3	243113,5	262136,3	319763,1	318004,4	349112,5
	13	462061,5	289117,5	306510,6	278947,1	186950,4	198132,6	263376,3	242971,8	255137,8	321553,2	317911,8	348143,5
	14	471776,4	303619,0	310845,1	287548,3	186940,3	197922,0	260846,5	242543,4	267270,5	328707,5	318063,1	348248,3
	15	474529,1	304635,0	310965,6	284169,6	186766,9	203269,6	260813,8	243797,9	266844,5	331428,2	318064,6	347537,1
	16	478530,2	300957,9	311000,8	291780,2	185653,4	203650,9	260019,3	243626,5	256867,5	331277,0	318484,2	347487,2
	17	402656,7	298606,7	312134,1	295688,5	187282,2	206205,3	260512,7	245103,1	259441,9	329742,8	329021,1	352191,2
	18	365698,6	283124,6	349581,6	323397,4	197494,5	244703,6	268733,3	255443,9	284129,2	331866,3	329876,9	354486,3
	19	364323,7	246242,0	362474,4	330160,0	205218,9	247139,5	277165,2	256134,9	305027,2	334553,9	342545,2	356633,9
	20	361794,5	244396,2	365499,7	327468,3	206144,3	244826,7	276998,8	256168,2	307086,5	334571,9	349505,6	358290,0
	21	358934,6	234309,9	363504,3	328395,5	199876,8	244408,1	275248,6	247622,5	304043,7	327726,8	326743,2	342782,8
	22	313443,2	222287,0	361330,4	322526,1	199264,5	242640,6	270467,6	239700,5	301527,8	252911,7	232371,4	230499,2
	23	289851,5	160680,3	317246,3	248611,4	183609,8	163240,4	99912,0	104599,0	152046,2	157299,6	150805,8	196547,8

Fonte: Própria.

5.2.2. APLICAÇÃO DE NOVAS TARIFAS HORÁRIAS

A Tabela 14 ilustra as bandeiras tarifárias obtidas em uma simulação com 2 períodos no ano, com no máximo 3 bandeiras e um fator de majoração/minoração de 80% e que serão utilizadas para verificar os ganhos de receita através dessa nova modalidade tarifária.

TABELA 14 - BANDEIRAS TARIFÁRIAS PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO DE 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
9	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
14	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
15	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
16	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
17	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
18	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
19	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
20	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
21	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
22	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria.

Os novos resultados de receita horária de todos os meses, obtidos pela aplicação das novas tarifas geradas pelos fatores da Tabela 14, estão ilustrados na Tabela 15 e totalizam R\$ 77.239.978,62 (Setenta e sete milhões, duzentos e trinta e nove mil, novecentos e setenta e oito reais e sessenta e dois centavos).

TABELA 15 - INCREMENTO DE RECEITA GERADO PELA NOVA MODALIDADE TARIFÁRIA

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	44360,3	21475,4	55510,2	32016,6	31489,3	23799,9	16880,3	18033,2	16490,3	21627,4	16729,4	22864,1
	1	45414,7	19669,1	32744,1	20049,3	26093,6	17808,2	16522,6	17046,5	16656,9	16705,4	16378,5	20888,6
	2	45144,7	19702,0	31686,0	19671,1	25817,8	16746,5	16522,6	17894,0	16262,6	16376,2	16390,2	21034,8
	3	45908,8	19300,4	32378,9	19672,0	25816,4	16743,9	16524,9	18782,8	14850,1	16378,9	16390,6	21205,9
	4	45905,8	19300,3	32572,0	19713,3	25816,8	16743,5	16524,4	16097,1	15256,3	16379,7	16390,3	20665,8
	5	44682,1	19274,2	32532,9	19005,8	25795,2	16727,3	16511,3	16182,4	15373,2	16359,7	16375,1	20939,6
	6	44819,1	19163,1	32224,3	19013,7	25834,2	16743,4	16520,7	16485,5	15373,8	16377,5	16373,7	21034,1
	7	45358,5	19998,3	30798,3	18590,6	32848,1	18333,9	16519,4	16485,6	15371,6	17834,2	18052,6	22485,2
	8	47969,2	21030,8	30436,9	19188,2	35541,1	20128,2	16514,1	16479,0	15374,6	21996,7	24964,2	35814,3
	9	53755,1	25334,5	40335,3	20723,7	36714,6	21678,9	16509,8	87659,5	76908,8	158255,1	173721,0	247709,2
	10	771548,4	317452,5	444169,7	172806,2	329417,0	200461,2	155269,2	98126,6	98678,4	212520,4	311121,3	334971,0
	11	825026,7	443758,4	556062,0	426700,6	330187,0	335403,8	455440,1	237199,4	253449,2	307510,4	321656,5	349613,5
	12	788641,0	449605,8	563516,9	477511,2	337568,0	348722,8	476707,1	243113,5	262136,3	319763,1	318004,4	349112,5
	13	831710,8	520411,4	551719,1	502104,8	336510,7	356637,6	474095,3	437349,2	459248,1	578795,7	572241,3	626658,4
	14	849197,5	546514,2	559521,3	517587,0	336492,5	356259,6	469523,7	436578,1	481086,9	591673,4	572513,5	626846,9
	15	854152,4	548343,0	559737,1	511505,4	336180,5	365885,3	469464,9	437836,2	480320,1	596570,7	572516,2	625568,6
	16	861354,4	541724,3	559801,5	525204,4	334176,1	366571,7	468034,8	437527,6	462361,6	596298,6	573271,5	625477,0
	17	724782,1	537492,0	561841,4	532239,2	337107,9	371169,6	468922,9	441185,6	466995,4	593537,0	592237,9	633944,2
	18	658257,5	509624,3	629246,9	582115,3	355490,1	440466,6	483719,9	459799,0	511432,5	597359,4	593778,4	637075,4
	19	655782,7	443235,6	652454,0	594288,0	369394,1	444851,0	498897,3	461042,8	549048,9	602197,0	616581,4	641941,1
	20	651230,0	439913,2	657899,4	589442,9	371059,8	440688,1	498597,8	461102,8	552755,7	602229,4	629110,0	644921,9
	21	646082,3	421757,8	654307,7	591111,9	359778,3	439934,5	495447,5	445720,5	547278,7	589908,3	588137,7	617009,1
	22	62688,6	44457,4	72266,1	64505,2	39852,9	48528,1	54093,5	431460,8	542750,1	455241,0	418268,4	414898,6
	23	57970,3	32136,1	63449,3	49722,3	36722,0	32648,1	19982,4	20919,8	30409,2	31459,9	30161,2	39309,6

Fonte: Própria.

Conforme Tabela 16 é possível verificar um ganho de 27,307% na receita original com a utilização da nova modalidade tarifária.

TABELA 16 - COMPARATIVO DE RECEITAS ENTRE AS 2 MODALIDADES TARIFÁRIAS

Item	Receita em Reais
Receita Original	R\$ 60.672.227,97
Receita com nova modalidade Tarifária	R\$ 77.239.978,62

Fonte: Própria.

5.3. COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS DAS 144 SIMULAÇÕES

A metodologia aplicada no 5.2.2 foi repetida para cada uma das 144 simulações do Apêndice A. A Tabela 17 apresenta um comparativo entre os resultados obtidos. O melhor resultado entre todas as simulações realizadas foi obtido utilizando 2 períodos diferentes no ano, cada um com no máximo 3 bandeiras, com o objetivo de atingir uma majoração/minoração de 80% da tarifa existente.

TABELA 17 – COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	
BANDEIRAS	2	3,539%	2,773%	10,010%	10,070%	6,145%	18,405%	25,075%	18,041%	2 PERÍODOS
	3	3,358%	6,808%	9,761%	13,765%	15,545%	19,141%	10,559%	27,307%	
	4	3,352%	6,372%	2,893%	2,893%	2,893%	20,395%	20,971%	23,524%	
	5	3,034%	5,741%	10,065%	12,695%	15,510%	18,969%	21,737%	24,862%	
	6	3,137%	6,672%	9,950%	13,395%	15,395%	18,787%	21,880%	13,901%	
	2	3,286%	2,075%	6,317%	11,619%	10,613%	5,236%	16,365%	18,581%	3 PERÍODOS
	3	2,053%	5,961%	8,933%	12,350%	14,927%	18,075%	16,455%	24,684%	
	4	3,093%	6,376%	9,996%	8,365%	4,710%	13,187%	23,268%	24,205%	
	5	3,246%	6,241%	9,080%	13,440%	11,440%	19,440%	22,737%	23,847%	
	6	2,893%	5,991%	8,471%	12,789%	14,444%	17,806%	22,696%	24,282%	
	2	0,846%	6,300%	5,812%	9,487%	5,190%	7,183%	8,351%	17,843%	4 PERÍODOS
	3	3,378%	4,203%	9,682%	12,706%	12,214%	18,246%	22,115%	15,555%	
	4	2,351%	5,548%	8,196%	12,242%	15,759%	13,297%	20,816%	24,417%	
	5	2,924%	5,782%	8,247%	12,901%	15,454%	19,193%	22,961%	21,310%	
	6	2,666%	5,412%	9,715%	11,844%	13,843%	12,173%	22,599%	18,089%	

Fonte: Própria.

Com o objetivo de avaliar o resultado das simulações, foram utilizado dados de geração da mesma usina, porém simulando um ano com melhores condições hidrológicas, de forma que a geração obtida foi superior aos dados da Tabela 12.

Para essa análise foram utilizados dados com uma geração anual de 715.010,7 MWh que, utilizando a tarifa convencionada da análise anterior de R\$ 151,68 R\$/MWh, corresponderia a um total de R\$ 108.452.823,14 (Cento e oito milhões, quatrocentos e cinquenta e dois mil, oitocentos e vinte e três reais e catorze centavos).

TABELA 18 - GERAÇÃO DE USINA HIDROELÉTRICA EM CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS FAVORÁVEIS

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	3501,7	2497,1	3665,0	1704,9	1300,2	3185,9	1611,3	1595,6	2104,1	1402,2	1792,6	2182,5
	1	3528,6	2268,5	3493,0	832,7	533,8	2776,2	1086,4	924,8	1137,8	856,8	1457,9	1895,7
	2	3440,1	2177,6	3358,2	678,3	415,7	2320,9	965,9	906,8	864,8	705,5	1396,0	1863,9
	3	3432,5	2173,4	3358,8	655,8	415,6	2183,9	967,7	889,5	855,9	698,6	1397,1	1842,0
	4	3399,6	2170,3	3355,0	580,2	415,7	2128,1	959,9	849,3	856,2	693,5	1398,6	1786,2
	5	3436,6	2172,6	3351,7	590,5	415,0	2143,5	937,5	848,6	855,3	693,4	1395,1	1843,8
	6	3544,3	2193,8	3356,7	627,9	415,9	2211,1	980,3	849,5	856,2	719,8	1439,5	1984,9
	7	3546,7	2333,9	3362,3	648,7	416,3	2236,6	1045,5	882,7	894,9	864,2	1821,4	2063,7
	8	3539,6	2428,8	3395,4	746,0	418,6	2517,0	1176,2	1050,5	1201,9	1550,0	2295,9	2419,0
	9	3540,7	2610,9	3658,7	908,4	616,1	2740,3	2027,5	1472,2	2003,0	1959,1	2339,4	2566,3
	10	3535,9	2735,2	3657,1	1461,3	1320,5	2968,3	2228,8	2353,5	2207,1	2176,6	2566,8	2764,7
	11	3562,8	2742,7	3660,1	3078,4	2454,7	3126,3	2599,9	2756,3	2571,1	2534,6	2787,3	2791,2
	12	3592,4	2731,1	3717,2	3217,9	2512,3	3118,4	2785,3	2855,5	2642,3	2610,7	2787,8	2814,5
	13	3591,7	2705,5	3716,8	3166,3	2455,5	3014,0	2674,4	2856,8	2667,8	2590,6	2846,5	2859,2
	14	3572,0	2704,4	3741,0	3166,7	2482,9	3121,8	2634,2	2845,9	2668,0	2600,0	3000,2	2886,4
	15	3563,5	2704,1	3769,7	3128,7	2536,7	3128,8	2779,2	2857,6	2676,0	2606,3	3016,6	2881,9
	16	3564,8	2706,1	3779,7	3163,3	2536,9	3083,3	2862,8	2862,7	2676,7	2656,6	3002,9	2902,6
	17	3595,4	2776,7	3721,2	3161,0	2518,9	3041,6	2795,2	2934,8	2713,4	2651,8	2928,8	2941,6
	18	3710,1	2826,1	3799,0	3163,6	3129,3	3140,9	2901,1	3093,9	2834,5	2747,3	2963,3	2996,6
	19	3753,6	2811,0	3796,5	3407,7	3560,5	3254,5	3184,8	3253,0	3080,3	3044,5	2994,1	2960,4
	20	3754,1	2789,4	3714,8	3479,4	3455,8	3301,8	3194,6	3274,5	3090,5	3093,0	3040,4	2965,7
	21	3753,3	2789,1	3711,9	3487,7	3252,2	3320,4	3053,5	3234,4	3074,7	2983,5	3043,0	3004,1
	22	3752,5	2789,1	3710,3	3483,4	3164,2	3321,8	3080,5	3181,6	3072,1	2717,5	2920,1	3059,7
	23	3714,2	2788,8	3702,7	2741,1	2074,1	3214,9	2283,8	2250,8	2669,1	2146,0	2602,6	2921,5

Fonte: Própria.

Utilizando a mesma metodologia utilizada para elaboração da Tabela 17, através das 144 propostas de otimização da distribuição da bandeiras tarifárias do apêndice A, porém utilizando os dados de geração da Tabela 18, foi elaborada a Tabela 19.

A Tabela 20 ilustra um resumo dos melhores resultados para os 2 cenários de geração apresentados. É possível verificar que com exceção da majoração/minoração de 30% e 50% da tarifa, os melhores resultados obtidos dentro da respectiva faixa de majoração/minoração foram sempre iguais (quantidade de períodos e bandeiras) para os 2 cenários de geração.

TABELA 19 – COMPARAÇÃO ENTRE O RESULTADO DAS SIMULAÇÕES EM UM ANO COM BOAS CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS

		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	
BANDEIRAS	2	2,095%	2,451%	6,469%	7,641%	6,480%	10,876%	15,280%	11,912%	2 PERÍODOS
	3	2,089%	4,230%	5,847%	8,659%	9,956%	11,550%	8,821%	16,872%	
	4	2,070%	4,046%	1,940%	1,940%	1,940%	13,122%	13,403%	15,401%	
	5	1,966%	3,943%	6,168%	8,186%	10,081%	11,252%	13,921%	15,234%	
	6	2,004%	4,147%	6,115%	8,464%	9,940%	11,578%	13,848%	10,602%	
	2	1,986%	2,102%	3,366%	7,754%	8,161%	5,620%	12,099%	13,534%	3 PERÍODOS
	3	1,752%	3,949%	5,995%	7,852%	9,966%	11,366%	12,514%	15,551%	
	4	2,007%	4,102%	6,123%	6,828%	4,617%	10,615%	14,224%	15,202%	
	5	2,075%	3,951%	5,877%	8,271%	8,756%	12,066%	13,928%	16,240%	
	6	1,940%	3,619%	5,221%	7,635%	9,239%	11,945%	14,550%	15,070%	
	2	0,901%	3,948%	4,964%	7,133%	4,635%	6,553%	7,728%	14,405%	4 PERÍODOS
	3	2,056%	3,427%	5,960%	7,924%	9,234%	11,007%	13,879%	10,063%	
	4	1,794%	3,830%	5,457%	7,627%	9,624%	10,643%	13,734%	15,377%	
	5	1,873%	3,802%	5,087%	7,560%	10,133%	11,942%	14,272%	14,292%	
	6	1,799%	3,485%	6,154%	7,767%	8,955%	9,871%	14,170%	9,695%	

Fonte: Própria.

TABELA 20 - RESUMO DOS MELHORES RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

	CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS NORMAIS	CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS MAIS FAVORÁVEIS
10%	3,54%	2,10%
	2 Períodos - 2 Bandeiras	2 Períodos - 2 Bandeiras
20%	6,81%	4,23%
	2 Períodos - 3 Bandeiras	2 Períodos - 3 Bandeiras
30%	10,07%	6,47%
	2 Períodos - 5 Bandeiras	2 Períodos - 2 Bandeiras
40%	13,77%	8,66%
	2 Períodos - 3 Bandeiras	2 Períodos - 3 Bandeiras
50%	15,76%	10,13%
	4 Períodos - 4 Bandeiras	4 Períodos - 5 Bandeiras
60%	20,40%	13,12%
	2 Períodos - 4 Bandeiras	2 Períodos - 4 Bandeiras
70%	25,08%	15,28%
	2 Períodos - 2 Bandeiras	2 Períodos - 2 Bandeiras
80%	27,31%	16,87%
	2 Períodos - 3 Bandeiras	2 Períodos - 3 Bandeiras

Fonte: Própria.

Também foi possível verificar, através da Tabela 20, que os resultados obtidos para o cenário com condições hidrológicas normais foram superiores aos resultados com condições

hidrológicas mais favoráveis para todas as faixas de majoração/minoração. Ou seja, os resultados obtidos irão variar de um ano para o outro de acordo com as diferenças de perfil de geração do respectivo ano, em relação ao ano que foi considerado para a construção do modelo. Dessa forma, no momento da simulação para otimização da distribuição, deve ser utilizado um perfil de geração, para a respectiva usina, o mais próximo possível da média histórica de geração, de forma a minimizar as variações de um ano para o outro.

6. APLICAÇÃO DE SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Esse capítulo tem como objetivo ilustrar as possibilidades de incremento de receitas possibilitadas pela utilização de sistemas de armazenamento de energia, motivadas pela regulamentação das tarifas horárias diferenciadas na geração.

Com a utilização de tarifas diferentes durante o dia, se torna possível armazenar energia durante os horários de menor tarifa para incrementar a geração durante o horário de tarifa mais cara.

6.1. ESCOLHA DE TECNOLOGIA PARA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Conforme detalhado no Capítulo 2, existem diversas tecnologias para o armazenamento de energia. O armazenamento de energia hidrelétrica bombeada dominou o armazenamento de energia por mais de um século, mas o crescimento de veículos elétricos e a necessidade de integrar tecnologias de energia renovável, como solar e eólica, estão impulsionando enormes investimentos no desenvolvimento de tecnologias de baterias, através de consórcios mundiais entre empresas, universidades e centros de pesquisas.

Entretanto, quando o assunto envolve a regulação da geração em horários de ponta, é consenso que baterias e as formas como estas são agrupadas configuram-se como dos mais eficientes arranjos para armazenamento de energia. Dessa forma, optamos pela utilização de armazenamento com baterias de íon-lítio, pelos seguintes motivos:

- a) Tempo de descarga adequado, conforme Figura 25, para aplicações de qualidade de energia e de continuidade de fornecimento, possibilitando além da realização da gestão de custo (objetivo principal da análise desse Capítulo) incluir no sistema de controle das baterias funcionalidades adicionais para a realização de serviços ancilares, como por exemplo controle de frequência e black-start;
- b) Conforme Figura 24, demonstra ser uma tecnologia madura, porém com grandes possibilidades de grandes avanços tecnológicos, devido aos novos investimentos em pesquisa e desenvolvimento que estão sendo realizados pelos fabricantes de baterias no mundo;
- c) Facilidade para instalação na usina em estudo, sem a necessidade de formações naturais, somado à necessidade de pouco espaço de utilização, em virtude de sua

alta densidade de energia comparado com as demais tecnologias, conforme Figura 27;

d) Rendimento adequados com a aplicação, conforme Tabela 1

6.2. RESULTADOS OBTIDOS COM A UTILIZAÇÃO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Considerando que cada um dos geradores da Usina Hidrelétrica em estudo possuem um gerador auxiliar de 800 kVA sem utilização, uma vez que os geradores auxiliares eram utilizados no passado para alimentar o sistema de excitação das unidades geradoras e que atualmente os novos reguladores de tensão são alimentados pelos serviços auxiliares da usina.

Utilizando o gerador auxiliar de uma das unidades geradores para carregar um sistema de armazenamento de energia, composto por baterias de íon-lítio, durante 20 horas do dia e descarregá-la no sistema por 4 horas, durante o período de maior tarifa, será possível acumular 16 MWh/dia.

A Tabela 21 apresenta os dados da Tabela 12, geração típica da usina hidroelétrica, com o acréscimo de 4 MW por hora, no período de 4 horas das 17 às 20 horas, representando a energia armazenada pelo sistema de baterias Íon-Lítio.

TABELA 21 - INCREMENTO DE GERAÇÃO COM A UTILIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	1462,3	707,9	1829,8	1055,4	1037,0	784,5	556,4	594,5	543,6	712,9	551,5	753,7
	1	1497,1	648,4	1079,4	660,9	860,2	587,0	544,7	561,9	549,1	550,7	540,2	688,6
	2	1488,2	649,5	1044,5	648,4	851,1	552,0	544,7	589,9	536,1	539,8	540,3	693,4
	3	1513,3	636,2	1067,3	648,5	851,0	551,9	544,7	619,2	489,5	539,9	540,3	699,0
	4	1513,2	636,2	1073,7	649,8	851,0	551,9	544,7	530,6	502,9	539,9	540,3	681,2
	5	1472,9	635,4	1072,4	626,5	850,3	551,4	544,3	533,4	506,8	539,3	539,8	690,3
	6	1477,4	631,7	1062,2	626,8	851,6	551,9	544,6	543,4	507,1	539,9	540,1	693,4
	7	1495,2	659,2	1015,2	612,8	1082,8	604,4	544,5	543,4	507,0	587,9	595,1	741,2
	8	1581,3	693,3	1003,3	632,5	1171,6	663,5	544,4	543,2	506,8	725,1	822,9	1180,6
	9	1772,0	835,1	1329,6	683,1	1210,3	714,6	544,2	577,9	507,0	1043,3	1145,3	1633,1
	10	2825,9	1162,7	1626,9	632,9	1206,5	734,2	568,7	646,9	650,6	1401,1	2051,2	2208,4
	11	3021,8	1625,3	2036,7	1562,9	1209,4	1228,5	1668,1	1570,4	1670,9	2027,4	2120,6	2304,9
	12	2888,5	1646,8	2064,0	1749,0	1236,4	1277,3	1746,0	1602,8	1728,2	2108,1	2096,5	2301,6
	13	3046,3	1906,1	2020,8	1839,1	1232,5	1306,3	1736,5	1601,9	1682,1	2119,9	2095,9	2295,3
	14	3110,3	2001,7	2049,3	1895,8	1232,5	1304,9	1719,7	1599,0	1762,1	2167,1	2096,9	2295,9
	15	3128,5	2008,4	2050,1	1873,5	1231,3	1340,1	1719,5	1607,3	1759,3	2185,0	2096,9	2291,3
	16	3154,9	1984,2	2050,4	1923,7	1224,0	1342,6	1714,3	1606,2	1693,5	2184,1	2099,7	2290,9
	17	2778,6	2080,7	2181,8	2069,4	1358,7	1479,5	1841,5	1739,9	1830,5	2297,9	2289,2	2445,9
	18	2535,0	1978,6	2428,7	2252,1	1426,0	1733,3	1895,7	1808,1	1993,2	2311,9	2294,8	2461,1
	19	2525,9	1735,4	2513,7	2296,7	1477,0	1749,3	1951,3	1812,7	2131,0	2329,7	2378,3	2475,2
	20	2509,2	1723,3	2533,7	2278,9	1483,1	1734,1	1950,2	1812,9	2144,6	2329,8	2424,2	2486,1
	21	2366,4	1544,8	2396,5	2165,1	1317,8	1611,3	1814,7	1632,5	2004,5	2160,6	2154,2	2259,9
	22	2066,5	1465,5	2372,2	2126,4	1313,7	1599,7	1783,1	1580,3	1987,9	1667,4	1532,0	1519,6
	23	1910,9	1059,3	2091,5	1639,1	1210,5	1076,2	658,7	689,6	1002,4	1037,0	994,2	1295,8

Fonte: Própria.

Através da Tabela 22 é possível verificar um incremento da receita, ocasionado pelo incremento de geração entre o horário das 17 às 21 horas, comparando com a receita, sem a utilização do sistema de armazenamento de energia, da Tabela 15. A geração da Tabela 22 totaliza R\$ 78.834.437,78, representando um ganho de receita de 29,9% em relação a tarifa convencional e de 2,06% em relação a nova proposta de modalidade tarifária horária, como pode ser verificado na Tabela 23.

TABELA 22 - INCREMENTO DE RECEITA COM A APLICAÇÃO DA NOVA MODALIDADE TARIFÁRIA EM CONJUNTO COM A UTILIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	44360,3	21475,4	55510,2	32016,6	31489,3	23799,9	16880,3	18033,2	16490,3	21627,4	16729,4	22864,1
	1	45414,7	19669,1	32744,1	20049,3	26093,6	17808,2	16522,6	17046,5	16656,9	16705,4	16378,5	20888,6
	2	45144,7	19702,0	31686,0	19671,1	25817,8	16746,5	16522,6	17894,0	16262,6	16376,2	16390,2	21034,8
	3	45908,8	19300,4	32378,9	19672,0	25816,4	16743,9	16524,9	18782,8	14850,1	16378,9	16390,6	21205,9
	4	45905,8	19300,3	32572,0	19713,3	25816,8	16743,5	16524,4	16097,1	15256,3	16379,7	16390,3	20665,8
	5	44682,1	19274,2	32532,9	19005,8	25795,2	16727,3	16511,3	16182,4	15373,2	16359,7	16375,1	20939,6
	6	44819,1	19163,1	32224,3	19013,7	25834,2	16743,4	16520,7	16485,5	15373,8	16377,5	16373,7	21034,1
	7	45358,5	19998,3	30798,3	18590,6	32848,1	18333,9	16519,4	16485,6	15371,6	17834,2	18052,6	22485,2
	8	47969,2	21030,8	30436,9	19188,2	35541,1	20128,2	16514,1	16479,0	15374,6	21996,7	24964,2	35814,3
	9	53755,1	25334,5	40335,3	20723,7	36714,6	21678,9	16509,8	87659,5	76908,8	158255,1	173721,0	247709,2
	10	771548,4	317452,5	444169,7	172806,2	329417,0	200461,2	155269,2	98126,6	98678,4	212520,4	311121,3	334971,0
	11	825026,7	443758,4	556062,0	426700,6	330187,0	335403,8	455440,1	237199,4	253449,2	307510,4	321656,5	349613,5
	12	788641,0	449605,8	563516,9	477511,2	337568,0	348722,8	476707,1	243113,5	262136,3	319763,1	318004,4	349112,5
	13	831710,8	520411,4	551719,1	502104,8	336510,7	356637,6	474095,3	437349,2	459248,1	578795,7	572241,3	626658,4
	14	849197,5	546514,2	559521,3	517587,0	336492,5	356259,6	469523,7	436578,1	481086,9	591673,4	572513,5	626846,9
	15	854152,4	548343,0	559737,1	511505,4	336180,5	365885,3	469464,9	437836,2	480320,1	596570,7	572516,2	625568,6
	16	861354,4	541724,3	559801,5	525204,4	334176,1	366571,7	468034,8	437527,6	462361,6	596298,6	573271,5	625477,0
	17	758637,1	568070,7	595696,4	565002,1	370962,9	403932,5	502777,9	475040,6	499758,3	627391,9	625000,8	667799,2
	18	692112,5	540203,0	663101,9	614878,2	379345,1	473229,4	517574,9	493654,0	544195,4	631214,4	626541,3	671930,4
	19	689637,7	473714,3	686309,0	627050,9	403249,0	477613,9	532752,3	494897,8	581811,8	636051,9	649344,3	675796,0
	20	685085,0	470491,9	691754,4	622205,7	404914,7	473451,0	532452,8	494957,7	585518,6	636084,4	661872,9	678776,9
	21	646082,3	421757,8	654307,7	591111,9	359778,3	439934,5	495447,5	445720,5	547278,7	589908,3	588137,7	617009,1
	22	62688,6	44457,4	72266,1	64505,2	39852,9	48528,1	54093,5	431460,8	542750,1	455241,0	418268,4	414898,6
	23	57970,3	32136,1	63449,3	49722,3	36722,0	32648,1	19982,4	20919,8	30409,2	31459,9	30161,2	39309,6

Fonte: Própria.

TABELA 23 - COMPARATIVO ENTRE RECEITAS COM NOVA MODALIDADE TARIFÁRIA E COM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA D ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Item	Receita em Reais
Receita Original	R\$ 60.672.227,97
Receita com nova modalidade Tarifária	R\$ 77.239.978,62
Receita com nova modalidade Tarifária e Armazenamento de Energia	R\$ 78.834.437,78

Fonte: Própria.

6.3. CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE ARMZENAMENTO DE ENERGIA

Para gerar o incremento de energia detalhado na Seção 6.2, é necessário a aquisição e instalação de um sistema com capacidade de armazenamento de 16 MWh.

Utilizando como referência um custo de aquisição e instalação do Sistema de Armazenamento, em 2019, da ordem de US\$ 544/kWh, conforme os dados da Bloomberg New Energy Finance (BNEF), Figura 49, consideraremos para 16 MWh um custo de US\$ 6.634.000,00 (seis milhões, seiscentos e trinta e quatro mil dólares), conforme detalhamento da composição do custo abaixo.

FIGURA 49 - CUSTOS DE REFERÊNCIA PARA UM PROJETO DE SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA DE 1MW/1MWh

Fonte: Bloomberg New Energy Finance (BNEF).

TABELA 24 - COMPOSIÇÃO DO CUSTO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA DE 16MWh

	1MWh		16MWh
Baterias	US\$193.000,00	16 X	US\$193.000 = US\$3.088.000,00
Conversores	US\$71.000,00	16 X	US\$71.000 = US\$1.136.000,00
Engenharia, Aquisição e Construção	US\$93.000,00	16 X	US\$93.000 = US\$1.488.000,00
Margem do Desenvolvedor	US\$49.000,00	16 X	US\$49.000 = US\$784.000,00
Serviços Auxiliares	US\$63.000,00	1 X	US\$63.000 = US\$63.000,00
Sistema de Gestão de Energia	US\$51.000,00	1 X	US\$51.000 = US\$51.000,00
Custos do Desenvolvedor	US\$24.000,00	1 X	US\$24.000 = US\$24.000,00
Total	US\$544.000,00		US\$6.634.000,00

Fonte: Própria.

Foi considerado na composição dos custos que as parcelas de valores referente às Baterias, Conversores, Engenharia, Aquisição e Construção e a Margem do Desenvolvedor são proporcionais à capacidade de armazenamento do Sistema. Para os custos dos Serviços Auxiliares, Sistema de Gestão de Energia e Custos do Desenvolvedor foi considerado que esses valores independem da capacidade de armazenamento do Sistema.

Convertendo os custos do Sistema de Armazenamento de Energia para reais, considerando o valor de um dólar como R\$ 3,82, foi obtido um valor de R\$ 25.341.880,00 (vinte e cinco milhões, trezentos e quarenta e um mil, oitocentos e oitenta reais). Além dos custos de aquisição, foram considerados os custos de 80% para importação, que corresponde ao transporte e impostos que serão pagos no Brasil, o que ocasionaria um valor total do investimento da ordem de R\$ 45.615.374,00 (quarenta e cinco milhões, seiscentos e quinze mil, trezentos e oitenta e quatro reais).

Para calcular o custo mensal do investimento foi considerado um financiamento utilizando o Finem do BNDES, através da modalidade eficiência energética. A taxa de juros do Finem é composta pelo custo financeiro (TLP), a remuneração do BNDES e a taxa do agente do financiamento. Dessa forma, consideraremos a taxa de juros (i) de 4,953 a.a., composta pelas seguintes taxas:

TLP (taxa de longo prazo): IPCA + 2,53% a.a.

Taxa de remuneração do BNDES: 1,05% a.a.

Taxa do agente financeiro: 1,3% a.a.

Prazo total do financiamento é de 120 meses.

Para obter o valor das parcelas fixas para pagamento do investimento utilizaremos a Equação 1.

EQUAÇÃO 1 - FÓRMULA PARA CÁLCULO DAS PARCELAS FIXAS DA TABELA PRICE

$$R = P * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \quad (1)$$

Onde,

R = Parcela Fixa do Investimento

P = Investimento Inicial

i = Taxa de Juros

n = Período

Por meio da Equação 1 foi obtido o valor de R\$ 5.893.925,13 (cinco milhões, oitocentos e noventa e três mil, novecentos e vinte cinco reais e treze centavos) para as parcelas anuais fixas.

Para efeito de estimativa de custos com O&M e as perdas de rendimento do sistema de armazenamento foi considerado 5% do valor do incremento de receita conseguido através do uso da tecnologia (R\$ 1.594.460,16 - um milhão, quinhentos e noventa e quatro mil, quatrocentos e sessenta reais e dezesseis centavos), conforme Tabela 23, no valor de R\$ 79.723,01 (setenta e nove mil, setecentos e vinte e três reais e um centavo).

Segue abaixo tabela com o comparativo entre custos e ganho anual com a instalação do sistema de armazenamento de energia durante o período de amortização do financiamento realizado (10 anos), após a regulamentação da mudança tarifária.

TABELA 25 - COMPARATIVO ENTRE RECEITAS E DESPESAS DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Incremento da Receita		Custos	
Geração adicional no período de ponta	R\$ 1.594.460,16	Parcela do Financiamento	R\$ 5.893.925,13
		O&M e Perdas	R\$ 79.723,01

Fonte: Própria.

Verificando dos dados da Tabela 25 através do gráfico da Figura 50 é possível verificar que, durante os 10 anos de amortização do financiamento, os ganhos do projeto não são suficientes para pagar as despesas de implementação. Conforme informações da Tabela 1, as baterias de ion-lítio podem durar até 10.000 ciclos, ou seja, 27 anos para essa aplicação. Dessa

forma, após os 10 anos de amortização do financiamento os ganhos com a geração adicional passam a ser significativos por um período de 17 anos.

FIGURA 50 - COMPARATIVO ENTRE RECEITAS E DESPESAS COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Fonte: Própria.

6.4. VIABILIDADE FINANCEIRAMENTE PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Nessa seção iremos analisar a viabilidade de utilização dos Sistemas de Armazenamento de Energia por baterias de íons-lítio através, através de 2 aspectos diferentes:

- a) Redução do custo dos equipamentos e serviços;
- b) Tarifa de geração atual mais atrativa para o investimento;

6.4.1. REDUÇÃO DO CUSTOS DOS SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Conforme estudo realizado no item 6.3, para que seja viável financeiramente realizar a implementação do sistema de armazenamento de energia, as parcelas do financiamento, em conjunto com os custos de O&M (R\$ 79.723,01), não devem ser superiores aos ganhos com utilização do Sistema de Armazenamento de Energia (R\$ 1.594.460,16). Ou seja, as parcelas anuais do financiamento devem ser inferiores a R\$ 1.514.737,15 (um milhão, quinhentos e catorze mil, setecentos e trinta e sete reais e quinze centavos). Através da Equação 1 é possível verificar que esse valor de parcela anual é resultante de um investimento inicial de R\$ 11.723.141,25 (onze milhões, setecentos e vinte e três mil, cento e quarenta e um reais e vinte e cinco centavos).

FIGURA 51 – PARCELA NECESSÁRIA PARA VIABILIZAR A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Fonte: Própria.

Da mesma forma que para o caso estudado no item 6.3, conforme Figura 51, os 17 anos seguintes ao amortecimento do financiamento apresentariam ganhos bastante majorados.

De acordo com o 2017 Global Energy Storage Forecast da Blomberg Energy Finance [12], existe uma tendência de queda dos preços do kWh de sistemas de armazenamento de energia com baterias de lítio nos próximos 6 anos. Para conseguir verificar em quanto anos o custo de Sistema de Armazenamento de Energia com capacidade de 16MWh será inferior aos

R\$ 11.723.141,25, foi necessário calcular o custo de 1kWh desse mesmo sistema, converter para dólar e comparar com a projeção de redução de preços da Figura 49.

O custo do kWh para o Sistema de Armazenamento de Energia em Dólar foi calculado da seguinte forma:

- a) Retirando os 80% de impostos e transporte, obtivemos o valor de R\$ 6.512.856,25 (seis milhões, quinhentos e doze mil, oitocentos e cinquenta e seis reais e vinte cinco centavos);
- b) Convertendo para dólares (1 dólar = 3,82 reais), obtivemos o valor de US \$1.704.936,19 (um milhão, setecentos e quatro mil, novecentos e trinta e seis dólares e dezenove centavos);
- c) Convertendo um sistema de 16MWh para um de 1MWh, de acordo com a Tabela 26, obtivemos o valor de US \$ 139.807,85 (cento e trinta e nove mil, oitocentos e sete dólares e oitenta e cinco centavos);
- d) Convertendo o custo de 1MWh para 1 kWh, obtivemos o valor de US \$ 139,80 (cento e trinta e nove dólares e oitenta centavos)

Conforme Figura 49, para que o custo do kWh atinja os US \$ 139,80, necessários para viabilizar o projeto, ainda serão necessário alguns anos para que o desenvolvimento da tecnologia das baterias reduza ainda mais os seus preços.

TABELA 26 - DECOMPOSIÇÃO DO CUSTO EM UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA DE 1MWh

	16MWh				1MWh
Baterias	16 X	US\$49.601	=	US\$793.615,16	US\$49.600,95
Conversores	16 X	US\$18.247	=	US\$291.951,69	US\$18.246,98
Engenharia, Aquisição e Construção	16 X	US\$23.901	=	US\$382.415,59	US\$23.900,97
Margem do Desenvolvedor	16 X	US\$12.593	=	US\$201.487,79	US\$12.592,99
Serviços Auxiliares	1 X	US\$16.191	=	US\$16.190,98	US\$16.190,98
Sistema de Gestão de Energia	1 X	US\$13.107	=	US\$13.106,99	US\$13.106,99
Custos do Desenvolvedor	1 X	US\$6.168	=	US\$6.167,99	US\$6.167,99
Total				US\$1.704.936,19	US\$139.807,85

Fonte: Própria.

6.4.2. TARIFA DE GERAÇÃO ATUAL MAIS ATRATIVA PARA INVESTIMENTO

Conforme análise da seção 6.3, uma possibilidade para que seja viável financeiramente realizar a implementação do sistema de armazenamento de energia, seria conseguir um incremento na receita, com a sua utilização, superior aos custos das parcelas do financiamento somadas aos custos de O&M. Esse incremento adicional de receita pode estar atrelado ao valor original da tarifa da usina hidroelétrica. Em todas as análises anteriores, assumimos uma tarifa no valor de 151,68 R\$/MWh, conforme dados da seção 5.2.1. O objetivo dessa seção é calcular uma nova tarifa suficiente para viabilizar a utilização de um Sistema de Armazenamento de Energia, suprimindo todos os seus custos de aquisição, instalação e manutenção.

Aplicado à "Tabela 21 - Incremento de Geração com a utilização do armazenamento de energia" os fatores da nova modalidade tarifária da "Tabela 14 - bandeiras tarifárias para 2 períodos, 3 bandeiras e majoração de 80%.", porém sem considerar o valor da tarifa de R\$ 151,86, obtivemos a Tabela 27, que apresenta uma geração total de 519.741,82MWh.

De forma análoga, o ganho de geração sem a utilização do sistema de armazenamento de energia, conseguido apenas com a aplicação da nova modalidade tarifária (Tabela 14) à "Tabela 12- Geração Típica de uma Usina Hidroelétrica" e sem considerar o valor da tarifa de R\$ 151,86, está representado na Tabela 28 e totaliza uma geração de 509.229,80MWh.

Dessa forma, o valor da tarifa que viabiliza a instalação do Sistema de Armazenamento de Energia é conseguido através das equações abaixo:

$$\text{Incremento de Receita} = \text{Parcela Fixa} + \text{Custo de O\&M} \quad (2)$$

$$\text{Incremento de Receita} = \text{Parcela Fixa} + 0,05 * \text{Incremento de Geração} \quad (3)$$

$$0,95 * \text{Incremento de Receita} = \text{Parcela Fixa} \quad (4)$$

Substituindo os valores de Incremento de geração e da Parcela Fixa obtemos a seguinte equação:

$$0,95 * (519.741,82 - 509.229,80) * \text{Tarifa} = 5.893.925,13 \quad (5)$$

$$\text{Tarifa} = \frac{5.893.925,13}{5.986,42} = 590,19$$

TABELA 27 - GERAÇÃO COM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA E FATORES DE DISTRIBUIÇÃO SEM O VALOR DA TARIFA

		Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	292,5	141,6	366,0	211,1	207,6	156,9	111,3	118,9	108,7	142,6	110,3	150,7
	1	299,4	129,7	215,9	132,2	172,0	117,4	108,9	112,4	109,8	110,1	108,0	137,7
	2	297,6	129,9	208,9	129,7	170,2	110,4	108,9	118,0	107,2	108,0	108,1	137,7
	3	302,7	127,2	213,5	129,7	170,2	110,4	108,9	123,8	97,9	108,0	108,1	139,8
	4	302,6	127,2	214,7	130,0	170,2	110,4	108,9	106,1	100,6	108,0	108,1	136,2
	5	294,6	127,1	214,5	125,3	170,1	110,3	108,9	106,7	101,4	107,9	108,0	137,1
	6	295,5	126,3	212,4	125,4	170,3	110,4	108,9	108,7	101,4	108,0	108,0	137,7
	7	299,0	131,8	203,0	122,6	216,6	120,9	108,9	108,7	101,4	117,6	119,0	148,2
	8	316,3	137,7	200,7	126,5	234,3	132,7	108,9	108,6	101,4	145,0	164,6	236,1
	9	354,4	167,0	265,9	136,6	242,1	142,9	108,8	577,9	507,0	1043,3	1145,3	1633,1
	10	5086,7	2092,9	2928,3	1139,3	2171,8	1321,6	1023,7	646,9	650,6	1401,1	2051,2	2208,4
	11	5439,3	2925,6	3666,0	2813,2	2176,9	2211,3	3002,6	1570,4	1670,9	2027,4	2120,6	2304,9
	12	5199,4	2964,2	3715,2	3148,1	2225,5	2299,1	3142,8	1602,8	1728,2	2108,1	2096,5	2301,6
	13	5483,3	3431,0	3637,4	3310,3	2218,6	2351,3	3125,6	2883,4	3027,7	3715,9	3772,7	4131,5
	14	5598,6	3603,1	3688,8	3412,4	2218,4	2348,8	3095,5	2878,3	3171,7	3900,8	3774,5	4132,7
	15	5631,3	3615,1	3690,3	3372,3	2216,4	2412,2	3095,1	2893,2	3166,7	3933,1	3774,5	4124,3
	16	5678,8	3571,5	3690,7	3462,6	2203,2	2416,7	3085,7	2891,1	3048,3	3931,3	3779,5	4123,7
	17	5001,6	3745,2	3927,3	3725,0	2445,7	2663,1	3314,7	3131,9	3294,8	4136,3	4120,5	4402,7
	18	4563,0	3561,5	4371,7	4053,8	2566,9	3119,9	3412,3	3254,6	3587,8	4161,5	4130,7	4429,9
	19	4546,7	3123,8	4524,7	4134,0	2658,6	3148,8	3512,3	3262,8	3735,8	4193,4	4281,0	4455,4
	20	4516,6	3101,9	4560,6	4102,1	2669,5	3121,4	3510,4	3263,2	3760,2	4193,6	4363,6	4475,1
	21	4259,5	2780,6	4313,7	3797,1	2372,0	2900,4	3266,4	2937,6	3608,1	3789,2	3777,5	4067,8
	22	413,3	293,1	476,4	425,3	262,7	319,9	356,6	2844,5	3578,3	3001,3	2757,6	2735,4
	23	372,2	211,9	418,3	327,8	242,1	215,2	131,7	137,9	200,5	207,4	198,8	259,2

Fonte: Própria.

TABELA 28 - GERAÇÃO COM FATORES DE DISTRIBUIÇÃO SEM O VALOR DA TARIFA

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Horas do Dia	0	292,5	141,6	366,0	211,1	207,6	156,9	111,3	118,9	108,7	142,6	110,3	150,7
	1	299,4	129,7	215,9	132,2	172,0	117,4	108,9	112,4	109,8	110,1	108,0	137,7
	2	297,6	129,9	208,9	129,7	170,2	110,4	108,9	118,0	107,2	108,0	108,1	137,7
	3	302,7	127,2	213,5	129,7	170,2	110,4	108,9	123,8	97,9	108,0	108,1	139,8
	4	302,6	127,2	214,7	130,0	170,2	110,4	108,9	106,1	100,6	108,0	108,1	136,2
	5	294,6	127,1	214,5	125,3	170,1	110,3	108,9	106,7	101,4	107,9	108,0	137,1
	6	295,5	126,3	212,4	125,4	170,3	110,4	108,9	108,7	101,4	108,0	108,0	137,7
	7	299,0	131,8	203,0	122,6	216,6	120,9	108,9	108,7	101,4	117,6	119,0	148,2
	8	316,3	137,7	200,7	126,5	234,3	132,7	108,9	108,6	101,4	145,0	164,6	236,1
	9	354,4	167,0	265,9	136,6	242,1	142,9	108,8	577,9	507,0	1043,3	1145,3	1633,1
	10	5086,7	2092,9	2928,3	1139,3	2171,8	1321,6	1023,7	646,9	650,6	1401,1	2051,2	2208,4
	11	5439,3	2925,6	3666,0	2813,2	2176,9	2211,3	3002,6	1570,4	1670,9	2027,4	2120,6	2304,9
	12	5199,4	2964,2	3715,2	3148,1	2225,5	2299,1	3142,8	1602,8	1728,2	2108,1	2096,5	2301,6
	13	5483,3	3431,0	3637,4	3310,3	2218,6	2351,3	3125,6	2883,4	3027,7	3715,9	3772,7	4131,5
	14	5598,6	3603,1	3688,8	3412,4	2218,4	2348,8	3095,5	2878,3	3171,7	3900,8	3774,5	4132,7
	15	5631,3	3615,1	3690,3	3372,3	2216,4	2412,2	3095,1	2893,2	3166,7	3933,1	3774,5	4124,3
	16	5678,8	3571,5	3690,7	3462,6	2203,2	2416,7	3085,7	2891,1	3048,3	3931,3	3779,5	4123,7
	17	4778,4	3543,6	3704,1	3509,0	2222,5	2447,1	3091,5	2908,7	3078,8	3913,1	3904,5	4179,5
	18	4339,8	3359,9	4148,5	3737,8	2343,7	2903,9	3189,1	3031,4	3371,8	3937,3	3914,7	4206,7
	19	4323,5	2922,2	4301,5	3918,0	2435,4	2932,8	3289,1	3039,6	3619,8	3970,2	4065,0	4232,2
	20	4293,4	2900,3	4337,4	3786,1	2446,3	2905,4	3287,2	3040,0	3644,2	3970,4	4147,6	4251,9
	21	4259,5	2780,6	4313,7	3797,1	2372,0	2900,4	3266,4	2937,6	3608,1	3789,2	3777,5	4067,8
	22	413,3	293,1	476,4	425,3	262,7	319,9	356,6	2844,5	3578,3	3001,3	2757,6	2735,4
	23	372,2	211,9	418,3	327,8	242,1	215,2	131,7	137,9	200,5	207,4	198,8	259,2

Fonte: Própria.

7. CONCLUSÃO

O crescimento das energias renováveis, principalmente as baseadas em geração eólica e solar fotovoltaica, que possuem o fato de não serem despacháveis com característica mais impactante, vem alterando, de forma rápida, o cenário energético mundial. Essas mudanças são percebidas em vários países, com destaque para a China, que lidera o ranking entre os países com maior capacidade instalada de energia eólica e solar. O Brasil acompanha essa tendência de crescimento das renováveis intermitentes.

Essa mudança no cenário energético vem alterando a forma como o equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia é realizada pelos operadores do sistema. Dessa forma, os sistemas de armazenamento de energia se apresentam como uma excelente ferramenta para minimizar o impacto da intermitência das fontes renováveis, bem como agregar outras vantagens, como a melhoria na qualidade do serviço de fornecimento de energia e o aumento da segurança do abastecimento de energia

Existe uma diversidade enorme de métodos de armazenamento de energia. As tecnologias utilizadas podem ser mecânicas, térmicas, químicas, elétricas e eletro-químicas. A definição do melhor sistema de armazenamento de energia dependerá de qual será a sua aplicação. Para escolher um sistema de armazenamento de energia devem ser avaliados critérios como tempo de descarga, relação potência / energia, densidade energética, custo de instalação, custo de manutenção, vida útil, eficiência e tempo de resposta.

Os sistemas mais maduros, como os sistemas de bombeamento, são bem consistentes e possuem a maior capacidade de energia de armazenamento instalada. Por outro lado, as tecnologias mais novas, como supercapacitores e supercondutores magnéticos, possuem grande campo para desenvolvimento tecnológico e redução de custos de implementação.

No que diz respeito a utilização das tecnologias de armazenamento, políticas bem definidas, como subsídio para instalação de novos sistemas, regulamentação e remuneração por prestação de serviços ancilares, tem sido fundamentais para a implantação e crescimento dos sistemas de armazenamento em outros países.

A utilização dos algoritmos Genéticos se mostrou bastante adequada para a realização das simulações de cenários de otimizações das tarifas horárias. A eficiência da solução apresentada, bem como a facilidade de implementação, são os destaques para a aplicação dessa ferramenta.

Importante salientar que o sucesso da otimização com os algoritmos genéticos dependerá da utilização de dados adequados para a construção do modelo. A utilização de um perfil de geração fora do padrão, ou seja, com valores de geração muito inferiores ou muito superiores aos valores de geração habitual, não apresentará os resultados desejados para o perfil de geração da maioria dos anos. Ou seja, no momento da simulação para otimização da distribuição, deve se considerar um perfil de geração, para a respectiva usina, o mais próximo possível da média histórica de geração, de forma a minimizar as variações de uma no para o outro.

Através das análises realizadas no Capítulo 5, é possível concluir que a regulamentação de uma modalidade tarifária de geração diferenciada por horas do dia e períodos do ano pode apresentar ganhos significativos para as empresas geradores de energia no Brasil.

Em relação à utilização de baterias de íons-lítio para a gestão de receita de energia, o sistema de armazenamento se mostrou adequado no que diz respeito a importantes aspectos, como tempo de descarga, densidade de energia e rendimento. Além disso, seria possível agregar ao sistema funções adicionais para a realização de serviços ancilares, como por exemplo controle de frequência e função black-start.

Por outro lado, os custos de implementação do sistema de armazenamento de energia com baterias de íons de lítio se apresentaram incompatíveis com o cenário apresentado. Ou seja, as condições financeiras de aquisição, ou as condições comerciais de venda de energia, para viabilizar a utilização dessa tecnologia de armazenamento no Brasil precisam ser mais atrativas. A regulamentação e uma remuneração específica para a prestação de serviços de armazenamento de energia também teriam um impacto bastante positivo no sentido de tornar os investimentos viáveis.

BIBLIOGRAFIA

- [1] LINEU BELICO DOS REIS – Geração de Energia Elétrica, pp.17-25;
- [2] D. YOGI GOSWAMI, FRANK KREITH – Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook, second edition
- [3] FRANCISCO DÍAZ GONZÁLEZ / ANDREAS SUMPER / ORIOL GOMIS-BELLMUNT - Energy Storage In Power Systems, pp.157-202;
- [4] NOTA TÉCNICA N° 362/2010-SRE-SRD/ANEEL
- [5] WORLD ENERGY COUNCIL (2013) WORLD ENERGY PERSPECTIVE: Cost Of Energy Technologies. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/publications/2013/world-energy-perspective-cost-of-energy-technologies/>
- [6] GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (2016) GLOBAL WIND REPORT: 2016 Annual Market Update. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/>
- [7] INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). Disponível em: <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/>
- [8] ANEEL: CAPACIDADE DE GERAÇÃO DO BRASIL: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>
- [9] DOE Global Energy Storage Database. Disponível em: http://www.energystorageexchange.org/projects/data_visualization
- [10] IRENA Electricity Storage Costs 2017, pp.41-42. Disponível em: [http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Oct/IRENA Electricity Storage Costs 2017.pdf](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Oct/IRENA_Electricity_Storage_Costs_2017.pdf)
- [11] Energy Storage World Markets Report 2018. Disponível em: <https://energystorageforum.com/>
- [12] 2017 Global Energy Storage Forecast da Blomberg Energy Finance, pp.45.
- [13] WORLD ENERGY COUNCIL (2016) WORLD ENERGY RESOURCES: E-STORAGE, pp.6-7, 13, 31-32;
- [14] PEI-WEN LI, CHO LIK CHAN – Thermal Energy Storage Analyses and Designs
- [15] . S. KALAISELVAM, R. PARAMESHWARAN – Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability, Systems Design, Assessment and Applications
- [16] . CRAWLEY, GERARD M – Energy Storage – World Scientific Series in Current Energy Issues – Volume 4
- [17] . SOUTHERN CALIFORNIA EDISON: Plano tarifa residência hora de uso: <https://www.sce.com/residential/rates/Time-Of-Use-Residential-Rate-Plans>
- [18] ENERGY STORAGE WORLD MARKETS REPORTS – 2014-2020 – ENERGY STORAGE WORLD FORUM, pp.9, 116, 241.
- [19] REZENDE, S.O., Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações. Editora Manole, 2005

- [20] AKHIL, A. A.; HUFF, G.; CURRIER, A. B.; KAUN, B. C.; RASTLER, B. M.; CHEN, S. B.; COTTER, A. L.; BRADSHAW, D. T.; GAUNTLETT, W. D. "DOE/EPRI 2013 Electricity Storage Handbook in Collaboration with NRECA". Sandia National Laboratories, 340 p. 2013.
- [21] KOUSKSOU, T.; BRUEL, P.; JAMIL, A.; EL RHAFIKI, T.; ZERAOULI, Y. "Energy storage: Applications and challenges". Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 120, part A, pp. 59–80, 2014.
- [22] HEARPS, P.; DARGAVILLE, R.; McCONNELL, D.; SANDIFORD, M.; FORCEY, T.; SELIGMAN, P. "Opportunities for Pumped Hydro Energy Storage in Australia". Melbourne Energy Institute. 99 p. 2014.
- [23] California Public Utilities Commission (CPUC), "Order instituting rulemaking pursuant to assembly bill 2514 to consider the adoption of procurement targets for viable and cost-effective energy storage systems," Sacramento, CA, USA, CPUC 13-10-040, Decision 13- 10-040, Oct. 17, 2013
- [24] ROBERTS, B. "Capturing grid power: performance, purpose and promise of different storage technologies". IEEE Power and Energy Magazine, vol. 7, n. 4, pp. 32-41, 2009.
- [25] U.S. Federal Energy Regulatory Commission (FERC), "Small generator interconnection agreements and procedures," Washington, DC, USA, FERC 792, RM13-2-000, Order 792, Nov. 22, 2013.
- [26] U.S. Federal Energy Regulatory Commission (FERC), "Third-party provision of ancillary services; Accounting and financial reporting for new electric storage technologies," Washington, DC, USA, FERC 784, Dockets RM11-24-000 and AD10-13-000, Jul. 18, 2013.
- [27] Cai, Shengxia, Shuangchen Yuan, and Shouxiang Wang. "Comparative study of policies on grid scale energy storage among China and other countries." Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC-ECCE Asia), 2016 IEEE 8th International. 20161.
- [28] IBRAHIM, H.; ILINCA, A.; PERRON, J. "Energy storage systems-Characteristics and comparisons". Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 12, n. 7, pp. 1221-1250, 2008.
- [29] Emre Gençer and Rakesh Agrawal, "A commentary on the US policies for efficient large scale renewable energy storage systems: Focus on carbon storage cycles," Energy Policy, vol. 88, pp. 477-484, January 2016.
- [30] WANG Chengshan, WU Zhen, and LI Peng. "Prospects and challenges of distributed electricity storage technology," Automation of Electric Power Systems, vol. 16, pp. 1-8, August 2014.
- [31] PENGWEI DU, NING LU. "Energy storage for smart grids: planning and operation for renewable and variable energy resources". First edition. Elsevier, 332p. 2015
- [32] DANESHI, A.; SADRMOHTAZI, N.; DANESHI, H.; KHEDERZADEH, M. "Wind power integrated with compressed air energy storage". IEEE International Conference on Power and Energy (PECon), Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 634-639. 2010.

- [33] BOLUND, B.; BERNHOFF, H.; LEIJON, M. "Flywheel energy and power storage systems". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 11, n. 2, pp. 235-258, 2007.
- [34] BEACON POWER. "20 MW Frequency Regulation Plant". National Energy Technology Laboratory. 37 p. 2010.
- [35] Grigorios L. Kyriakopoulos and Garyfallos Arabatzis, "Electrical energy storage systems in electricity generation: Energy policies, innovative technologies, and regulatory regimes," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 56, pp. 1044-1067, April 2016.
- [36] CHO, J.; JEONG, S.; KIM, Y. "Commercial and research battery technologies for electrical energy storage applications". *Progress in Energy and Combustion Science*. vol. 48, pp. 84–101, 2015.
- [37] LV Shuanghui, CAI Shengxia, and WANG Shouxiang, "Economy Evaluation and Development Suggestions for Distributed PV-Energy Storage System in China," *Electric Power*, vol. 02, pp. 139-144, February 2015.
- [38] N.S. Wade, P.C. Taylor, P.D. Lang, and P.R. Jones, "Evaluating the benefits of an electrical energy storage system in a future smart grid," *Energy Policy*, vol. 37, pp. 7180-7188, November 2010
- [39] Y. YAMAGATA; H. SEYA. "Simulating a future smart city: An integrated land use-energy model." *Applied Energy* 112 (2013): 1466-1474.
- [40] ALOTTO, P.; GUARNIERI, M.; MORO, F. "Redox flow batteries for the storage of renewable energy: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 29, pp. 325–335, 2014.
- [41] BIAO, M.; BUHAN, Z.; BINGYIN, W.; GUANGLONG, X. "Studies on security capacity of wind farms containing VRB energy storage system". 4th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT), Weihai, Shandong, China, pp. 1704 – 1708, 2011.
- [42] U.S. Federal Energy Regulatory Commission (FERC), ' 'Frequency regulation compensation in the organized wholesale power markets,' ' Washington, DC, USA, FERC 755, Dockets RM11-7-000 AD10-11-000, Oct. 2011.1.
- [43] NAZRI, G. A.; PISTOIA, G. *Lithium Batteries Science and Technology*. New York: Springer, 1st edition, 2009.
- [44] WINTER, M. "Introduction into Li-ion Battery Materials". Symposium Advanced Battery Technologies for Automobiles and their Electric Grid Integration, 20-21 Jan. 2009, Essen, Germany, il. color 1.
- [45] SCROSATI, B.; GARCHE, J. "Lithium batteries: Status, prospects and future". Elsevier B. V., *Journal of Power Sources*, v. 195, n. 9, p. 2419-2430, 20101.

APÊNDICE A – RESULTADOS DAS DISTRIBUIÇÕES TARIFÁRIAS ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Os resultados das simulações computacionais encontrados com o objetivo de otimizar uma nova distribuição tarifária estão destacados a seguir e encontram-se estratificados por quantidade de períodos que subdividem o ano. Os valores apresentados nas tabelas representam fatores de majoração e minoração que devem ser multiplicados pela tarifa atual para obtenção da nova tarifa.

A1. RESULTADOS DE OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS ANUAIS

Para a otimização em 2 bandeiras e majoração/minoração da bandeira em 10%, conforme Tabela 29, o ano foi tratado com um único período, porém o dia passou a possuir 2 bandeiras distintas: De 22horas às 10 horas foi utilizado uma tarifa 0,9 da tarifa atual e das 10 às 22 horas uma tarifa de 1,1 da tarifa atual.

TABELA 29 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
10	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
11	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
12	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
13	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
18	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
19	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
20	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
21	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
22	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 30 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 20% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de setembro a janeiro, mantém o valor bem próximo da tarifa atual, com 0,9767 da tarifa vigente. Já o período 2, de fevereiro a agosto, apresenta a tarifa mínima, 0,8 da atual, das 22 horas às 9 horas e uma tarifa de 1,2 da atual entre às 9 e 22 horas.

TABELA 30 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
1	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
2	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
3	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
4	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
5	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
6	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
7	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
8	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
9	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
10	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
11	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
12	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
13	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
14	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
15	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
16	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
17	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
18	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
19	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
20	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
21	0,9767	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
22	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767
23	0,9767	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9767	0,9767	0,9767	0,9767

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 30% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 31, obtivemos o período 1, de dezembro a julho, com tarifa de 0,7 da atual, das 23 às 10 horas e tarifa de 1,3 da atual entre as 10 e 23 horas. Já o período 2, de agosto a novembro, apresenta a tarifa mais baixa das 23 horas às 9 horas com valor também de 0,7 da tarifa atual e tarifa intermediária (1,13) entre 9 e 23 horas.

TABELA 31 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	0,7000
10	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
11	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
12	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
13	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
14	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
15	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
16	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
17	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
18	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
19	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
20	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
21	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
22	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 40%, Tabela 32, o período 1, de março a agosto, apresenta bandeira com 0,6 da tarifa atual das 23 às 9 horas e bandeira com 1,4 da tarifa atual das 9 às 23. O período 2, de setembro a fevereiro, apresenta 0,6 da tarifa atual da 1 às 10 horas e uma tarifa 1,1334 da tarifa atual das 10 à 1 hora.

TABELA 32 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,1334	1,1334	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
10	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
11	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
12	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
13	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
14	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
15	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
16	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
17	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
18	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
19	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
20	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
21	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
22	1,1334	1,1334	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334
23	1,1334	1,1334	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 33 é possível verificar no período de março a agosto a minoração em 50% da bandeira tarifária atual, entre 23 e 9 horas, e a majoração dos mesmos 50% das 9 às 23 horas. No restante dos meses, de setembro a fevereiro, a bandeira tarifária aplicada seria de 0,9167 do valor atual.

TABELA 33 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
1	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
2	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
3	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
4	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
5	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
6	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
7	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
8	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
9	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
10	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
11	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
12	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
13	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
14	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
15	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
16	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
17	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
18	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
19	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
20	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
21	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
22	0,9167	0,9167	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167
23	0,9167	0,9167	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9167	0,9167	0,9167	0,9167

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para criar bandeiras com incremento de 60% do valor atual e outra com o mesmo decremento, em um dos períodos, conforme Tabela 34, a simulação através de algoritmos genéticos chegou ao seguinte: Período 1, de junho a janeiro, com 0,4 do valor atual das 23 às 9 horas e 1,6 do valor atual das 9 às 23 horas; O período 2, de fevereiro a maio, com valor de 0,4 da tarifa atual das 23 às 8 horas e 1,04 das 8 às 23 horas

TABELA 34 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
10	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
11	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
12	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
13	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
14	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
15	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
16	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
17	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
18	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
19	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
20	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
21	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
22	1,6000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 35 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 70% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de agosto a fevereiro, possui o valor de 0,3 da tarifa atual das 23 às 11 horas e 1,7 das 11 às 23 horas. Já o período 2, de março a julho, apresenta a tarifa mínima, 0,3 da atual, das 22 horas às 9 horas e uma tarifa de 1,7 da atual entre às 9 e 22 horas.

TABELA 35 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
10	0,3000	0,3000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
11	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
12	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
13	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
14	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
15	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
16	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
17	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
18	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
19	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
20	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
21	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
22	1,7000	1,7000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na simulação de majoração/minoração de 80% do valor da bandeira tarifária e otimização para 2 períodos encontramos no primeiro período, de dezembro a julho, valor de 0,2 da bandeira tarifária atual das 23 às 9 horas e de 1,8 das 9 às 23 horas. O segundo período, que vai de agosto a novembro, possui uma única tarifa no valor de 0,7334. A distribuição das tarifas pode ser visualizada na Tabela 36.

TABELA 36 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000
9	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
10	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
11	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
12	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
13	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
14	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
15	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
16	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
17	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
18	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
19	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
20	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
21	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
22	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7334	0,7334	0,7334	0,7334	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 37 verificamos 2 períodos distintos para a simulação de majoração e minoração de 10% com 3 bandeiras tarifárias por período. O primeiro período, de março a agosto, possui 0,9 da tarifa original das 23 às 9 horas, 1,04 das 9 às 16 horas e 1,1 das 16 às 23 horas. O segundo período, de setembro a fevereiro, possui 0,9 da tarifa original das 23 às 9 horas, 0,9734 das 9 às 12 horas e 1,1 das 12 às 23 horas.

TABELA 37 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	0,9734	0,9734	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	0,9734	0,9734	0,9734	0,9734
10	0,9734	0,9734	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	0,9734	0,9734	0,9734	0,9734
11	0,9734	0,9734	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	0,9734	0,9734	0,9734	0,9734
12	1,1000	1,1000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
13	1,1000	1,1000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1000	1,1000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1000	1,1000	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
18	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
19	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
20	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
21	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
22	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na majoração e minoração de 20% em 2 períodos e 3 bandeiras foram simuladas as seguintes situações, conforme Tabela 38: O primeiro período, de janeiro a maio, possui 0,8 da tarifa original das 23 às 10 horas, 1,13 das 10 às 13 horas e 1,153 das 13 às 23 horas; O segundo período, de junho a dezembro, possui 0,8 da tarifa original das 23 às 9 horas, 1 das 9 às 12 horas e 1,2 das 12 às 23 horas.

TABELA 38 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
9	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
13	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
14	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
15	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
16	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
17	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
18	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
19	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
20	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
21	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
22	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,1530	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

A Tabela 39 apresenta 2 períodos distintos, sendo um com 3 bandeiras e outro com apenas 2 bandeiras tarifárias. De março a setembro temos a seguinte distribuição: 0,7 da bandeira tarifária atual das 22 às 9, 1,2131 das 9 às 18 e 1,3 das 18 às 22 horas. De outubro a fevereiro temos 0,7 das 23 às 10 horas e 1,2735 das 10 às 23.

TABELA 39 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	0,7000	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	0,7000	0,7000	0,7000
10	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
11	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
12	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
13	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
14	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
15	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
16	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
17	1,2735	1,2735	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2131	1,2735	1,2735	1,2735
18	1,2735	1,2735	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2735	1,2735	1,2735
19	1,2735	1,2735	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2735	1,2735	1,2735
20	1,2735	1,2735	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2735	1,2735	1,2735
21	1,2735	1,2735	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2735	1,2735	1,2735
22	1,2735	1,2735	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,2735	1,2735	1,2735
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

A majoração e minoração da bandeira tarifária em 60% com 2 períodos de até 3 bandeiras gerou a distribuição da Tabela 40. O primeiro período, de abril a outubro, possui 0,6 da bandeira tarifária atual das 23 às 10 horas, 1,2524 das 10 às 13 e 1,4 das 13 às 23 horas. O Segundo período, de novembro a março, possui 0,6 de 23 às 10 horas e 1,3 das 10 às 23 horas.

TABELA 40 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
10	1,3000	1,3000	1,3000	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,3000	1,3000
11	1,3000	1,3000	1,3000	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,3000	1,3000
12	1,3000	1,3000	1,3000	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,2524	1,3000	1,3000
13	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
14	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
15	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
16	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
17	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
18	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
19	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
20	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
21	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
22	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

A simulação para majoração/minoração de 50%, conforme Tabela 41, apresenta um período com três tarifas e um período com duas tarifas. O primeiro período, de setembro a fevereiro, possui 0,5 da bandeira tarifária atual das 23 às 10 horas, 0,8334 das 10 às 13 e 1,5 das 13 às 23 horas. O Segundo período, de março a agosto, possui 0,5 de 22 às 9 horas e 1,5 das 9 às 22 horas.

TABELA 41 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	0,5000	0,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
10	0,8334	0,8334	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,8334	0,8334	0,8334	0,8334
11	0,8334	0,8334	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,8334	0,8334	0,8334	0,8334
12	0,8334	0,8334	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,8334	0,8334	0,8334	0,8334
13	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
14	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
15	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
16	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
17	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
18	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
19	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
20	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
21	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
22	1,5000	1,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
23	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 42 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 60% da tarifa, com 3 bandeiras em cada período. O período 1, de março a julho, apresenta 0,4 da tarifa vigente das 23 às 8 horas, 1,2830 das 8 às 14 e 1,41 das 14 às 23 horas. Já o período 2, agosto a fevereiro, apresenta a tarifa mínima, 0,4 da atual, das 23 horas às 10 horas, uma tarifa de 1,43 da atual entre às 10 e 17 horas e tarifa máxima (1,6) das 17 às 23 horas.

TABELA 42 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,4000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	0,4000	0,4000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
10	1,4300	1,4300	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
11	1,4300	1,4300	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
12	1,4300	1,4300	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
13	1,4300	1,4300	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,2830	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
14	1,4300	1,4300	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
15	1,4300	1,4300	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
16	1,4300	1,4300	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300
17	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
18	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
19	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
20	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
21	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
22	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 70% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 3 bandeiras, conforme Tabela 43, obtivemos o período 1, de fevereiro a agosto, com tarifa de 0,3 da atual das 23 às 9 horas, tarifa de 1,3790 da atual entre as 9 e 18 horas e tarifa máxima (1,7 da atual) das 18 às 23 horas. Já o período 2, de setembro a janeiro não apresenta mudança na tarifa, permanecendo com fator 1 em todos os horários.

TABELA 43 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
4	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
6	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
7	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
8	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
9	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
14	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
15	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
16	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
17	1,0000	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,3790	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
18	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
19	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
21	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
22	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
23	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 80%, Tabela 44, o período 1, de janeiro a agosto, apresenta bandeira com 0,2 da tarifa atual das 22 às 10 horas e bandeira com 1,8 da tarifa atual das 10 às 22 horas. O período 2, de agosto a janeiro, com 3 bandeiras, apresenta 0,2 da tarifa atual das 23 às 9 horas, uma tarifa com fator 1 das 9 às 13 e uma com 1,8 da tarifa atual das 13 às 23 horas.

TABELA 44 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
9	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
14	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
15	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
16	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
17	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
18	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
19	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
20	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
21	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
22	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 45 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 10% da tarifa, com no máximo 4 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a junho, com 0,9 da tarifa vigente das 23 às 9 horas, 1,07 nas demais horas do dia. Já o período 2, de junho a fevereiro, apresenta a tarifa mínima, 0,9 da atual, das 23 horas às 9 horas, 0,97 das 9 às 12 horas e uma tarifa de 1,1 da atual entre às 12 e 23 horas.

TABELA 45 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	0,9700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700
10	0,9700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700
11	0,9700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700	0,9700
12	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
13	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
18	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
19	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
20	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
21	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
22	1,1000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 20% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 46, obtivemos o período 1, de junho a dezembro, com tarifa de 0,8 da atual das 23 às 9 horas, tarifa de 1,048 da atual das 9 às 14 horas e 1,2, tarifa máxima, das 14 às 23 horas. Já o período 2, de dezembro a junho, apresenta a tarifa de 0,8 das 23 horas às 9, 1,12 das 9 às 16 horas e 1,16 das 16 às 23 horas.

TABELA 46 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
9	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,1200
10	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,1200
11	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,1200
12	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,1200
13	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,1200
14	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
15	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
16	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
17	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
18	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
19	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
20	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
21	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
22	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 30%, Tabela 47, o período 1, de junho a dezembro, apresenta bandeira com 0,7 da tarifa atual das 23 às 8 horas, bandeira com 0,91 da tarifa atual das 8 às 10, bandeira com 1,2 da tarifa atual das 10 às 16 horas e 1,3, tarifa máxima, das 16 às 23 horas. O período 2, de dezembro a junho, apresenta apenas 3 bandeiras, sendo 0,7 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,12 das 9 às 18 e 1,3 das 18 às 23 horas.

TABELA 47 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9100	0,9100	0,9100	0,9100	0,9100	0,9100	0,7000
9	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	0,9100	0,9100	0,9100	0,9100	0,9100	0,9100	1,1200
10	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
11	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
12	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
13	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
14	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
15	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200
16	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200
17	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200
18	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
19	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
20	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
21	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
22	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 48 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 40% da tarifa, com no máximo 4 bandeiras por período. O período 1, de abril a novembro, utiliza tarifa mínima, 0,6 da tarifa atual, das 23 às 9 horas, 1,19 das 9 às 16 horas e tarifa máxima das 16 às 23 horas. Já o período 2, de novembro a abril, apresenta a tarifa mínima, 0,6 da atual, das 23 horas às 9 horas, 1,23 da atual entre às 9 e 13 horas e 1,2898 das 13 às 23 horas.

TABELA 48 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	1,2300	1,2300	1,2300	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2300	1,2300
10	1,2300	1,2300	1,2300	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2300	1,2300
11	1,2300	1,2300	1,2300	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2300	1,2300
12	1,2300	1,2300	1,2300	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2300	1,2300
13	1,2898	1,2898	1,2898	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2898	1,2898
14	1,2898	1,2898	1,2898	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2898	1,2898
15	1,2898	1,2898	1,2898	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2898	1,2898
16	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
17	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
18	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
19	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
20	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
21	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
22	1,2898	1,2898	1,2898	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2898	1,2898
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 50% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 49, obtivemos o período 1, de julho a dezembro, com tarifa de 0,5 da atual da 0 às 9 horas, e tarifa de 1,21 da atual entre as 9 e 15 horas e 1,2684 das 15 às 0 horas. Já o período 2, de dezembro a julho, apresenta 0,5 das 23 horas às 10, 1,34 das 10 às 16 horas e 1,5, tarifa máxima, entre 16 e 23 horas.

TABELA 49 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	0,5000
10	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,3400
11	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,3400
12	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,3400
13	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,3400
14	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,3400
15	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,3400
16	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
17	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
18	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
19	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
20	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
21	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
22	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,5000
23	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	1,2684	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 60%, Tabela 50, o período 1, de abril a novembro, apresenta bandeira com 0,4 da tarifa atual das 23 às 10 horas, bandeira com 1,41 da tarifa atual das 10 às 17 horas e 1,6 das 17 às 23 horas. O período 2, de novembro a abril, apresenta 0,4 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,2280 das 9 às 12 horas e uma tarifa 1,5 da tarifa atual das 12 às 23 horas.

TABELA 50 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	1,2280	1,2280	1,2280	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,2280	1,2280
10	1,2280	1,2280	1,2280	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,2280	1,2280
11	1,2280	1,2280	1,2280	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,2280	1,2280
12	1,5000	1,5000	1,5000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,5000	1,5000
13	1,5000	1,5000	1,5000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,5000	1,5000
14	1,5000	1,5000	1,5000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,5000	1,5000
15	1,5000	1,5000	1,5000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,5000	1,5000
16	1,5000	1,5000	1,5000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,5000	1,5000
17	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000
18	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000
19	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000
20	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000
21	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000
22	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 51 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 70% da tarifa, com 4 bandeiras por período. O período 1, de junho a dezembro, mantém apresenta tarifa mínima de 0,3 da tarifa vigente das 23 às 8 horas, 0,898 das 8 às 13 horas, 1,62 das 13 às 16 horas e tarifa máxima, 1,7 da tarifa atual, das 16 às 23 horas. Já o período 2, de dezembro a junho, apresenta a tarifa mínima, 0,3 da atual, das 23 às 8 horas, 1,25 das 8 às 14 horas, 1,4 das 14 às 18 horas e uma tarifa de 1,65 da atual entre às 18 e 23 horas.

TABELA 51 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	1,2500
9	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	1,2500
10	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	1,2500
11	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	1,2500
12	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	0,8980	1,2500
13	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,2500
14	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,4000
15	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200	1,4000
16	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4000
17	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4000
18	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6500
19	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6500
20	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6500
21	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6500
22	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6500
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 80% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano, conforme Tabela 52, obtivemos o período 1, de janeiro a julho, com 4 bandeiras distintas, sendo uma tarifa de 0,2 da atual das 23 às 9 horas, 1,41 das 9 às 12 horas, 1,49 da atual entre as 12 e 17 horas e 1,76 das 17 às 23 horas. Já o período 2, de julho a janeiro, com apenas 3 bandeiras, apresenta a tarifa baixa das 23 às 8 horas com valor também de 0,2 da tarifa atual, tarifa intermediária (1,24) as 8 às 17 horas e tarifa máxima (1,8) das 17 às 23 horas.

TABELA 52 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
9	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
10	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
11	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
12	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
13	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
14	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
15	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
16	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,4900	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
17	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
18	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
19	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
20	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
21	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
22	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,7600	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 10%, Tabela 53, o período 1, de março a novembro, com 4 tarifas distintas, apresenta bandeira com 0,9 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,079 das 9 às 12 horas, 1,048 das 12 às 18 horas e tarifa máxima com valor de 1,1 da tarifa atual das 18 às 23 horas. O período 2, de novembro a março, com apenas 3 bandeiras distintas, apresenta tarifa mínima das 23 às 9 horas, tarifa com fator de 1,048 das 9 às 14 horas e tarifa de 1,079 da atual das 14 às 23 horas.

TABELA 53 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480
10	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480
11	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480
12	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480
13	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480
14	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790
15	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790
16	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790
17	1,0790	1,0790	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0480	1,0790	1,0790
18	1,0790	1,0790	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0790	1,0790
19	1,0790	1,0790	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0790	1,0790
20	1,0790	1,0790	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0790	1,0790
21	1,0790	1,0790	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0790	1,0790
22	1,0790	1,0790	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0790	1,0790
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 54 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 20% da tarifa, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a setembro, com da 0,8 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,13 das 9 às 19 horas e tarifa máxima com valor de 1,3 da tarifa vigente das 19 às 23 horas. Já o período 2, de setembro a fevereiro, com 5 tarifas distintas, apresenta a tarifa mínima, 0,8 da atual, da 0 hora às 8 horas, 0,9434 das 8 às 11 horas, 1,1 das 11 às 17 horas, 1,16 das 17 às 21 horas e 1,13 das 21 à 0 hora.

TABELA 54 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,9434	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9434	0,9434	0,9434	0,9434
9	0,9434	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	0,9434	0,9434	0,9434	0,9434
10	0,9434	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	0,9434	0,9434	0,9434	0,9434
11	1,1000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
12	1,1000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
13	1,1000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1600	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600
18	1,1600	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600
19	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600
20	1,1600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1600	1,1600	1,1600	1,1600
21	1,1300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300
22	1,1300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300
23	1,1300	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 30% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 55, obtivemos o período 1 com 4 tarifas, de fevereiro a junho, e o período 2 com 3 tarifas distintas, de junho a fevereiro. O período 1 apresenta tarifa de 0,7 da atual das 23 às 9 horas, 1,25 da tarifa atual entre as 9 e 12 horas, 1,2 das 12 às 15 horas, 1,28 das 15 às 22 horas. Já o período 2 apresenta a tarifa baixa das 23 horas às 10 com valor também de 0,7 da tarifa atual, tarifa intermediária (1,179) entre 10 e 15 horas e tarifa máxima com valor de 1,3 da tarifa atual das 15 às 23 horas.

TABELA 55 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
10	1,1790	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790
11	1,1790	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790
12	1,1790	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790
13	1,1790	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790
14	1,1790	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790	1,1790
15	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
16	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
17	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
18	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
19	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
20	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
21	1,3000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
22	1,3000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 40%, Tabela 56, o período 1, de maio a outubro, apresenta bandeira com 0,6 da tarifa atual das 23 às 9 horas, bandeira com 1,17 da tarifa atual das 9 às 13, 1,2265 das 13 às 17 horas, 1,4 (tarifa máxima) das 17 às 23 horas. O período 2, de outubro a maio, apresenta 0,6 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,17 das 9 às 14 horas, 1,29 das 14 às 18 horas e 1,4 das 18 às 23 horas.

TABELA 56 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700
10	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700
11	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700
12	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700
13	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,1700	1,1700	1,1700
14	1,2900	1,2900	1,2900	1,2900	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2900	1,2900	1,2900
15	1,2900	1,2900	1,2900	1,2900	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2900	1,2900	1,2900
16	1,2900	1,2900	1,2900	1,2900	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2265	1,2900	1,2900	1,2900
17	1,2900	1,2900	1,2900	1,2900	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2900	1,2900	1,2900
18	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
19	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
20	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
21	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
22	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 57 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 50% da tarifa. O período 1, de abril a novembro, apresenta 3 tarifas distintas e o período 2, de novembro a abril, também apresenta 3 tarifas por período. O período 1 apresenta 0,5 da tarifa vigente das 23 às 9 horas, 1,0998 das 9 às 12 horas e 1,5 das 12 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,5 da tarifa vigente das 23 às 9 horas, 1,229 das 9 às 14 horas e 1,3040 das 14 às 23 horas.

TABELA 57 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	1,2290	1,2290	1,2290	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,2290	1,2290
10	1,2290	1,2290	1,2290	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,2290	1,2290
11	1,2290	1,2290	1,2290	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,0998	1,2290	1,2290
12	1,2290	1,2290	1,2290	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2290	1,2290
13	1,2290	1,2290	1,2290	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2290	1,2290
14	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
15	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
16	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
17	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
18	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
19	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
20	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
21	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
22	1,3040	1,3040	1,3040	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3040	1,3040
23	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 60% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 58, obtivemos o período 1, de março a setembro, apresenta 3 valores de tarifas distintos, com 0,4 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 1,25 da tarifa das 8 às 16 horas, 1,46 das 16 às 23 horas. O período 2, de setembro a março, é composto por 4 tarifas, apresentando 0,4 da tarifa atual das 23 às 8, 0,6 das 8 às 11 horas, 1,46 das 11 às 14 horas e 1,6 das 14 às 23 horas.

TABELA 58 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,6000	0,6000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
10	0,6000	0,6000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
11	1,4600	1,4600	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600
12	1,4600	1,4600	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600
13	1,4600	1,4600	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600
14	1,6000	1,6000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
15	1,6000	1,6000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,2500	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
16	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
17	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
18	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
19	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
20	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
21	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
22	1,6000	1,6000	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 70% com no máximo 5 bandeiras por período, conforme Tabela 59, o período 1, de abril a novembro, é formado por 4 bandeiras distintas, apresentando 0,3 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,4286 das 9 às 12 horas, 1,33 das 12 às 17 horas, 1,7 das 17 às 23 horas. O período 2, de novembro a abril, também é composto por 4 bandeiras distintas, apresentando 0,3 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,39 das 9 às 14 horas, 1,7 das 14 às 17 e 1,46 das 17 às 23 horas.

TABELA 59 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	1,3900	1,3900	1,3900	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,3900	1,3900
10	1,3900	1,3900	1,3900	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,3900	1,3900
11	1,3900	1,3900	1,3900	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,4286	1,3900	1,3900
12	1,3900	1,3900	1,3900	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3900	1,3900
13	1,3900	1,3900	1,3900	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3900	1,3900
14	1,7000	1,7000	1,7000	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,7000	1,7000
15	1,7000	1,7000	1,7000	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,7000	1,7000
16	1,7000	1,7000	1,7000	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3300	1,7000	1,7000
17	1,4600	1,4600	1,4600	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4600	1,4600
18	1,4600	1,4600	1,4600	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4600	1,4600
19	1,4600	1,4600	1,4600	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4600	1,4600
20	1,4600	1,4600	1,4600	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4600	1,4600
21	1,4600	1,4600	1,4600	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4600	1,4600
22	1,4600	1,4600	1,4600	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4600	1,4600
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 60 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 80% da tarifa, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de março a setembro, composto por apenas 3 bandeiras, apresenta 0,2 da tarifa vigente das 23 às 9 horas, 1,48 das 9 às 18 horas e 1,54 das 18 às 23 horas. Já o período 2, de setembro a março, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,8 da tarifa atual da 0 às 9 horas, 1,54 das 9 às 13 horas, 1,8 das 13 às 21 horas e 0,8735 das 21 à 0 hora.

TABELA 60 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
9	1,5400	1,5400	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400
10	1,5400	1,5400	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400
11	1,5400	1,5400	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400
12	1,5400	1,5400	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400
13	1,8000	1,8000	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
14	1,8000	1,8000	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
15	1,8000	1,8000	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
16	1,8000	1,8000	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
17	1,8000	1,8000	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,4800	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
18	1,8000	1,8000	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
19	1,8000	1,8000	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
20	1,8000	1,8000	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000
21	0,8735	0,8735	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	0,8735	0,8735	0,8735	0,8735
22	0,8735	0,8735	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	1,5400	0,8735	0,8735	0,8735	0,8735
23	0,8735	0,8735	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,8735	0,8735	0,8735	0,8735

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 10% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 61, obtivemos o período 1, de março a julho, composto por 5 bandeiras, apresenta 0,9 da tarifa da atual das 23 às 9 horas, 1,08 das 9 às 12 horas, 1,02 das 12 às 15 horas, 1,06 das 15 às 18 horas e 1,1 das 18 às 23 horas. O período 2, de julho a março, também composto por 5 tarifas, apresenta 0,9 das 23 horas às 9 horas, 1,04 das 9 às 12 horas, 1,06 das 12 às 15 horas, 1,07 das 15 às 18 horas e 1,1 das 18 às 23 horas.

TABELA 61 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	1,0400	1,0400	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400
10	1,0400	1,0400	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400
11	1,0400	1,0400	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400	1,0400
12	1,0600	1,0600	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600
13	1,0600	1,0600	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600
14	1,0600	1,0600	1,0200	1,0200	1,0200	1,0200	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600
15	1,0700	1,0700	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700
16	1,0700	1,0700	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700
17	1,0700	1,0700	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700
18	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
19	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
20	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
21	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
22	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 20%, conforme Tabela 62, a simulação gerou o período 1, de março a agosto, composto por 5 bandeiras e o período 2, de agosto a março, composto por 3 bandeiras. O período 1 apresenta 0,8 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 0,9974 das 8 às 11 horas, 1,12 das 11 às 14 horas, 1,14 das 14 às 18 horas e 1,2 das 18 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,8 das 23 às 10 horas, 1,14 das 10 às 18 horas e 1,2 das 18 às 23 horas.

TABELA 62 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
9	0,8000	0,8000	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
10	1,1400	1,1400	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974	0,9974	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
11	1,1400	1,1400	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
12	1,1400	1,1400	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
13	1,1400	1,1400	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
14	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
15	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
16	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
17	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
18	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
19	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
20	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
21	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
22	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 63 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 30% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a agosto, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,7 da tarifa vigente das 23 às 9 horas, 1,2030 das 9 às 14 horas, 1,188 das 14 às 17 horas e 1,235 das 17 às 20 horas e, novamente, 1,188 das 20 às 23 horas. Já o período 2, de agosto a fevereiro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,7 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,188 das 10 às 14 horas e 1,3 das 14 às 23 horas.

TABELA 63 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
10	1,1880	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880
11	1,1880	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880
12	1,1880	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880
13	1,1880	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,2030	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880
14	1,3000	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
15	1,3000	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
16	1,3000	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
17	1,3000	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
18	1,3000	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
19	1,3000	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,2350	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
20	1,3000	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
21	1,3000	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
22	1,3000	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,1880	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 40% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 64, obtivemos o período 1, de junho a dezembro, composto por 4 bandeiras, e o período 2, dezembro a junho, composto por 5 bandeiras. O período 1 apresenta 0,6 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,26 das 10 às 14 horas, 1,32 das 14 às 17 horas e 1,4 das 17 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,6 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,19 das 9 às 13 horas, 1,227 das 13 às 16 horas, 1,32 das 16 às 19 horas e 1,4 das 19 às 23 horas.

TABELA 64 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,1900
10	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,1900
11	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,1900
12	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,1900
13	1,2270	1,2270	1,2270	1,2270	1,2270	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2600	1,2270
14	1,2270	1,2270	1,2270	1,2270	1,2270	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,2270
15	1,2270	1,2270	1,2270	1,2270	1,2270	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,2270
16	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200
17	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3200
18	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3200
19	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
20	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
21	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
22	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 50%, utilizando 2 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 65, o período 1, de agosto a dezembro, composto por 4 bandeiras, com 0,5 da tarifa atual das 23 Às 9 horas, 1,24 das 9 às 13 horas, 1,43 das 13 às 20 horas e 1,34 das 20 às 23 horas. O período 2, de dezembro a agosto, composto por 4 bandeiras, com 0,5 da tarifa atual das 23 Às 9 horas, 1,34 das 9 às 12 horas, 1,155 das 12 às 15 horas, 1,34 das 15 às 18 horas e 1,5 das 18 às 23 horas

TABELA 65 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,3400
10	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,3400
11	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,3400
12	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,1550
13	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,1550
14	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,1550	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,1550
15	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,3400
16	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,3400
17	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,3400
18	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000
19	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,4300	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000
20	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000
21	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000
22	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000
23	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 66 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 60% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, composto por 5 bandeiras, apresenta 0,4 da tarifa vigente das 23 às 8 horas, 1,21 das 8 às 11 horas, 1 das 11 às 14 horas, 1,41 das 14 às 20 horas e 1,6 das 20 às 23 horas. O período 2, de junho a março, composto por 5 bandeiras, apresenta 0,4 da tarifa, das 23 horas às 9 horas, 1,24 das 9 às 12 horas, 1,41 das 12 às 16 horas, 1,6 das 16 às 20 horas e 1,47 das 20 às 22 horas.

TABELA 66 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,4000	1,2100	1,2100	1,2100	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	1,2400	1,2400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
10	1,2400	1,2400	1,2100	1,2100	1,2100	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
11	1,2400	1,2400	1,0000	1,0000	1,0000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400
12	1,4100	1,4100	1,0000	1,0000	1,0000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100
13	1,4100	1,4100	1,0000	1,0000	1,0000	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100
14	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100
15	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100
16	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
17	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
18	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
19	1,6000	1,6000	1,4100	1,4100	1,4100	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
20	1,4700	1,4700	1,6000	1,6000	1,6000	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700
21	1,4700	1,4700	1,6000	1,6000	1,6000	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700
22	1,4700	1,4700	1,6000	1,6000	1,6000	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700	1,4700
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 70% da tarifa atual, com 2 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 67, obtivemos o período 1, de junho a janeiro, composto por 4 bandeiras, e o período 2, janeiro a junho, composto por 5 bandeiras. O período 1 apresenta 0,3 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,34 das 9 às 14 horas, 1,53 das 14 às 17 horas, 1,7 das 17 às 20 horas e 1,53 das 20 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,3 das 23 às 9 horas, 1,41 das 9 às 13 horas, 1,59 das 13 às 17 horas, 1,41 das 17 às 20 horas e 1,59 das 20 às 23 horas.

TABELA 67 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440
10	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440
11	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440
12	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440
13	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440	1,3440
14	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300
15	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300
16	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300
17	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
18	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
19	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
20	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300
21	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300
22	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5900	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300	1,5300
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 80%, utilizando 2 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 68, o período 1, de fevereiro a agosto, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,2 da tarifa atual das 22 às 9 horas, 1,8 das 9 às 12 horas, 1,1905 das 12 às 15 horas e 1,8 das 15 às 22 horas. O período 2, de agosto a fevereiro, composto por 2 bandeiras, apresenta 0,76 da 0 às 8 horas e 1,14 das 8 à 0 hora.

TABELA 68 - OTIMIZAÇÃO PARA 2 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
1	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
2	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
3	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
4	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
5	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
6	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
7	0,7600	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
8	1,1400	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
9	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
10	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
11	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
12	1,1400	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
13	1,1400	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
14	1,1400	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1905	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
15	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
16	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
17	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
18	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
19	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
20	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
21	1,1400	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
22	1,1400	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400
23	1,1400	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1400	1,1400	1,1400	1,1400

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

A2. RESULTADOS DE OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS ANUAIS

Na Tabela 69 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos utilizando um bandeira majorada/minorada em 10% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a junho, apresenta 0,9 do valor da tarifa atual das 22 às 9 horas e 1,0846 das 9 às 22 horas. O período 2, de junho a outubro, apresenta 0,9 da tarifa atual das 22 horas às 10 horas e 1,1 das 10 às 22 horas. O período 3, de outubro a fevereiro, apresenta 0,9 da tarifa atual das 23 às 10 horas e 1,0846 das 10 às 23 horas.

TABELA 69 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	0,9000	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
10	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
11	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
12	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
13	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
14	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
15	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
16	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
17	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
18	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
19	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
20	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
21	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,0846	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0846	1,0846	1,0846
22	1,0846	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0846	1,0846	1,0846
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 20% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 70, obtivemos o período 1, de março a agosto, composto por 2 bandeiras, e o período 2, agosto a março, composto por uma única bandeira. O período 1 apresenta 0,8 da tarifa atual das 23 às 9 horas e 1,2 das 9 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,9762 da tarifa atual em todo o período.

TABELA 70 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
1	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
2	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
3	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
4	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
5	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
6	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
7	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
8	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
9	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
10	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
11	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
12	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
13	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
14	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
15	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
16	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
17	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
18	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
19	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
20	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
21	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
22	0,9762	0,9762	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762
23	0,9762	0,9762	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762	0,9762

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 30%, utilizando 3 períodos com no máximo 2 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 71, o período 1, de abril a agosto, composto por 2 bandeiras, apresentando 0,7 das 23 às 9 horas e 1,1603 das 9 às 23 horas. O período 2, de agosto a dezembro, é composto por uma única bandeira com 1,0065 da tarifa atual. O período 3, de dezembro a abril, composto por 2 bandeiras, apresenta 0,7 da tarifa atual das 23 às 10 horas e 1,3 no restante do período.

TABELA 71 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
9	0,7000	0,7000	0,7000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000
10	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
11	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
12	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
13	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
14	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
15	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
16	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
17	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
18	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
19	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
20	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
21	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
22	1,3000	1,3000	1,3000	1,1603	1,1603	1,1603	1,1603	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	1,3000
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0065	1,0065	1,0065	1,0065	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 72 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos atingindo uma tarifa majorada/minorada em 40%, com 2 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, apresenta 0,6 da tarifa vigente das 22 às 9 horas e 1,4 das 9 às 22 horas. O período 2, de junho a dezembro, apresenta a tarifa 0,6 da tarifa atual, das 23 horas às 10 horas e uma tarifa de 1,4 da atual entre às 10 e 23 horas. O período 2, de dezembro a março, apresenta 0,6634 das 23 às 9 horas e 1,069 das 9 às 23 horas.

TABELA 72 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
1	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
2	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
3	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
4	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
5	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
6	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
7	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
8	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634
9	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0690
10	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
11	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
12	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
13	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
14	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
15	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
16	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
17	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
18	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
19	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
20	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
21	1,0690	1,0690	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
22	1,0690	1,0690	0,6000	0,6000	0,6000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0690
23	0,6634	0,6634	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6634

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 50% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 73, obtivemos o período 1, de janeiro a maio, composto por uma única bandeira, e o período 2, de maio a setembro, composto por 2 bandeiras, e o período 3, de setembro a janeiro, composto por 2 bandeiras. O período 1 apresenta 0,959 da tarifa atual por todo o período. O período 2 apresenta 0,5 da tarifa atual das 23 às 10 horas e 1,5 das 10 às 22 horas. O período 3 apresenta 0,5 das 23 às 9 horas e 1,356 das 9 às 23 horas.

TABELA 73 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
10	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
11	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
12	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
13	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
14	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
15	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
16	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
17	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
18	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
19	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
20	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
21	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
22	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3560	1,3560	1,3560	1,3560
23	0,9590	0,9590	0,9590	0,9590	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 60% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 74, obtivemos o período 1, de março a agosto, composto por 2 bandeira, e o período 2, de agosto a fevereiro, composto por 1 bandeira. O período 1 apresenta 1,6 da tarifa atual das 8 às 23 horas e 0,4 nos demais horários do dia. O período 2 apresenta 0,8929 da tarifa em todos os horários do dia.

TABELA 74 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
1	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
2	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
3	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
4	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
5	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
6	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
7	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
8	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
9	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
10	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
11	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
12	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
13	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
14	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
15	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
16	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
17	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
18	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
19	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
20	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
21	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
22	0,8929	0,8929	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929
23	0,8929	0,8929	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929	0,8929

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 75 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos atingindo tarifas majoradas/minoradas em 70% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, apresenta 0,3 da tarifa vigente das 23 às 8 horas e 1,3129 das 8 às 23 horas. O período 2, de junho a dezembro, apresenta 0,3 da tarifa atual das 23 às 10 horas e uma tarifa de 1,7 da atual das 10 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, apresenta 0,9503 por todos o período.

TABELA 75 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
1	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
2	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
3	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
4	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
5	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
6	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
7	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
8	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
9	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503
10	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
11	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
12	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
13	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
14	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
15	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
16	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
17	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
18	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
19	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
20	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
21	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
22	0,9503	0,9503	1,3129	1,3129	1,3129	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9503
23	0,9503	0,9503	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9503

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 80% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 76, obtivemos o período 1, de março a julho, composto por 2 bandeiras, o período 2, de julho a dezembro, também composto por 2 bandeiras e o período 3, de dezembro a março, com uma única tarifa. O período 1 apresenta 0,2 da tarifa atual das 23 às 8 horas e 1,3512 para o restante das horas do dia. O período 2 apresenta 0,2 da tarifa atual das 23 às 10 horas e 1,80 das 10 às 23 horas. O terceiro período apresenta 0,9963 em todas as horas do dia.

TABELA 76 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
1	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
2	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
3	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
4	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
5	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
6	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
7	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
8	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
9	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963
10	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
11	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
12	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
13	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
14	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
15	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
16	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
17	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
18	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
19	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
20	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
21	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
22	0,9963	0,9963	1,3512	1,3512	1,3512	1,3512	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	0,9963
23	0,9963	0,9963	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9963

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 10%, utilizando 3 períodos com no máximo 3 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 77, o período 1, de março a setembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,9 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,06 das 8 às 15 horas e 1,1 das 15 às 23 horas. O período 2, de setembro a dezembro, composto por 2 bandeiras, apresentando 0,9 da tarifa atual das 23 às 8 horas e 1,05 das 8 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março apresenta 0,993 da tarifa atual em todas as horas do dia.

TABELA 77 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
1	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
2	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
3	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
4	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
5	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
6	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
7	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930
8	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
9	0,9930	0,9930	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
10	0,9930	0,9930	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
11	0,9930	0,9930	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
12	0,9930	0,9930	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
13	0,9930	0,9930	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
14	0,9930	0,9930	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
15	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
16	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
17	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
18	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
19	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
20	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
21	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
22	0,9930	0,9930	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	0,9930
23	0,9930	0,9930	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9930

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 78 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos gerando tarifas majorada/minorada em 20% em relação a tarifa atual, com no máximo 3 bandeiras por período. O período 1, março a agosto, é composta por 3 bandeiras, apresentando 0,8 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,1033 das 9 às 18 horas e 1,2 das 18 às 23 horas. Já o período 2, de agosto a dezembro, composto por 3 bandeiras, apresentando 0,8 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,131 das 9 às 13 horas e 1,1528 das 13 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, composto por apenas 2 tarifas, apresenta 0,8 da 1 às 10 horas e 1,1232 das 10 à 1 horas.

TABELA 78 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,1232	1,1232	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,1232
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
9	0,8000	0,8000	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	0,8000
10	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1232
11	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1232
12	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1232
13	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
14	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
15	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
16	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
17	1,1232	1,1232	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1033	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
18	1,1232	1,1232	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
19	1,1232	1,1232	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
20	1,1232	1,1232	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
21	1,1232	1,1232	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
22	1,1232	1,1232	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1528	1,1528	1,1528	1,1528	1,1232
23	1,1232	1,1232	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,1232

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 30% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 3 bandeiras, conforme Tabela 79, obtivemos o período 1, de junho a setembro, composto por 3 bandeiras, o período 2, setembro a dezembro, composto por 2 bandeiras e o período 3, de dezembro a junho, composto por 3 bandeiras. O período 1 apresenta 0,7 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,1732 das 9 às 17 horas e 1,3 das 17 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,7 da tarifa atual da 1 às 9 horas e 1,1567 das 9 à 1 hora. O período 3 apresenta 0,7 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,2067 das 10 às 18 horas, 1,3 das 18 às 23 horas.

TABELA 79 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1567	1,1567	1,1567	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	0,7000
10	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
11	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
12	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
13	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
14	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
15	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
16	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,1732	1,1732	1,1732	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
17	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,2067	1,3000	1,3000	1,3000	1,1567	1,1567	1,1567	1,2067
18	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1567	1,1567	1,1567	1,3000
19	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1567	1,1567	1,1567	1,3000
20	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1567	1,1567	1,1567	1,3000
21	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1567	1,1567	1,1567	1,3000
22	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1567	1,1567	1,1567	1,3000
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1567	1,1567	1,1567	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 40%, utilizando 3 períodos com 3 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 80, o período 1, de abril a agosto, apresentando 0,6 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 1 das 8 às 13 horas e 1,4 das 13 às 23 horas. O período 2, de agosto a dezembro, apresenta 0,6 das 23 às 9 horas, 1,1883 das 9 às 14 horas e 1,3288 das 14 às 23 horas. O período 3, de dezembro à abril, apresenta 0,6 das 23 às 9 horas, 1,2372 das 9 às 14 horas e 1,2787 das 14 às 23 horas.

TABELA 80 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	1,2372	1,2372	1,2372	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,1883	1,1883	1,1883	1,1883	1,2372
10	1,2372	1,2372	1,2372	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,1883	1,1883	1,1883	1,1883	1,2372
11	1,2372	1,2372	1,2372	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,1883	1,1883	1,1883	1,1883	1,2372
12	1,2372	1,2372	1,2372	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,1883	1,1883	1,1883	1,1883	1,2372
13	1,2372	1,2372	1,2372	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,1883	1,1883	1,1883	1,1883	1,2372
14	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
15	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
16	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
17	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
18	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
19	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
20	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
21	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
22	1,2787	1,2787	1,2787	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3288	1,3288	1,3288	1,3288	1,2787
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 81 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 50% da tarifa, com 3 bandeiras por período. O período 1, de março a julho, apresenta 0,5 da tarifa vigente das 23 às 9 horas, 1,3412 das 9 às 18 horas e 1,4110 das 18 às 23 horas. O período 3, de julho a novembro, apresenta 0,5 da tarifa atual da 0 às 9 horas, 1,2582 das 9 às 12 horas e 1,3083 das 12 à 0 horas. O período 3 de novembro a março, apresenta 0,5 da 0 às 9 horas, 1,2582 12 das 9 às horas e 1,3083 das 12 à 0 horas.

TABELA 81 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	1,2582	1,2582	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2582	1,2582
10	1,2582	1,2582	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2582	1,2582
11	1,2582	1,2582	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2582	1,2582
12	1,3083	1,3083	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,3083	1,3083
13	1,3083	1,3083	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,3083	1,3083
14	1,3083	1,3083	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,3083	1,3083
15	1,3083	1,3083	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,3083	1,3083
16	1,3083	1,3083	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
17	1,3083	1,3083	1,3412	1,3412	1,3412	1,3412	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
18	1,3083	1,3083	1,4110	1,4110	1,4110	1,4110	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
19	1,3083	1,3083	1,4110	1,4110	1,4110	1,4110	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
20	1,3083	1,3083	1,4110	1,4110	1,4110	1,4110	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
21	1,3083	1,3083	1,4110	1,4110	1,4110	1,4110	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
22	1,3083	1,3083	1,4110	1,4110	1,4110	1,4110	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3083	1,3083
23	1,3083	1,3083	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,3083	1,3083

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 60% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com 3 bandeiras em cada período, conforme Tabela 82, obtivemos o período 1, de março a julho, o período 2, de julho a novembro, e o período 3 de novembro a março. O período 1 apresenta 0,4 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 1,2562 das 8 às 17 horas e 1,5041 das 17 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,4 das 23 às 9 horas, 1,1426 das 9 às 13 horas e 1,6, tarifa máxima, das 13 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,4 da 0 às 9 horas, 1,4082 das 9 às 21 horas e 1,0003 das 21 à 0 hora.

TABELA 82 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,4000	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,1426	1,1426	1,1426	1,1426	1,4082	1,4082
10	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,1426	1,1426	1,1426	1,1426	1,4082	1,4082
11	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,1426	1,1426	1,1426	1,1426	1,4082	1,4082
12	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,1426	1,1426	1,1426	1,1426	1,4082	1,4082
13	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
14	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
15	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
16	1,4082	1,4082	1,2562	1,2562	1,2562	1,2562	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
17	1,4082	1,4082	1,5041	1,5041	1,5041	1,5041	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
18	1,4082	1,4082	1,5041	1,5041	1,5041	1,5041	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
19	1,4082	1,4082	1,5041	1,5041	1,5041	1,5041	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
20	1,4082	1,4082	1,5041	1,5041	1,5041	1,5041	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4082	1,4082
21	1,0003	1,0003	1,5041	1,5041	1,5041	1,5041	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0003	1,0003
22	1,0003	1,0003	1,5041	1,5041	1,5041	1,5041	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0003	1,0003
23	1,0003	1,0003	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0003	1,0003

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 70%, utilizando 3 períodos com no máximo 3 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 83, o período 1, de março a julho, composto por 3 bandeiras, apresentando 0,3 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 1,3792 das 8 às 17 horas e 1,5699 das 17 às 23 horas. O período 2, de julho a dezembro, composto por 3 bandeiras, apresentando 0,3 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,2811 das 10 às 13 horas e 1,7, tarifa máxima, das 13 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, apresenta 0,9584 da tarifa atual em todas as horas do dia.

TABELA 83 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
1	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
2	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
3	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
4	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
5	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
6	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
7	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
8	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
9	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584
10	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,2911	1,2911	1,2911	1,2911	1,2911	0,9584
11	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,2911	1,2911	1,2911	1,2911	1,2911	0,9584
12	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,2911	1,2911	1,2911	1,2911	1,2911	0,9584
13	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
14	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
15	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
16	0,9584	0,9584	1,3792	1,3792	1,3792	1,3792	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
17	0,9584	0,9584	1,5699	1,5699	1,5699	1,5699	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
18	0,9584	0,9584	1,5699	1,5699	1,5699	1,5699	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
19	0,9584	0,9584	1,5699	1,5699	1,5699	1,5699	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
20	0,9584	0,9584	1,5699	1,5699	1,5699	1,5699	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
21	0,9584	0,9584	1,5699	1,5699	1,5699	1,5699	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
22	0,9584	0,9584	1,5699	1,5699	1,5699	1,5699	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	0,9584
23	0,9584	0,9584	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,9584

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 84 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos para gerando tarifas majoradas/minoradas em 80% da tarifa atual, com no máximo 3 bandeiras por período. O período 1, de março a agosto, apresenta 0,2 da tarifa atual das 22 às 9 horas, 1,6167 das 9 às 18 horas e 1,8 das 18 às 22 horas. O período 2, de agosto a dezembro, apresenta 0,2 das 23 às 9 horas, 1,637 das 9 às 13 horas e 1,7148 das 13 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, apresenta 0,2 da 1 às 10 horas, 1,8 das 10 às 18 horas e 1,637 das 18 à 1 hora.

TABELA 84 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,1637	1,1637	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1637
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
9	0,2000	0,2000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	0,2000
10	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	1,8000
11	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	1,8000
12	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	1,8000
13	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,8000
14	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,8000
15	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,8000
16	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,8000
17	1,8000	1,8000	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,6167	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,8000
18	1,1637	1,1637	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,1637
19	1,1637	1,1637	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,1637
20	1,1637	1,1637	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,1637
21	1,1637	1,1637	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,1637
22	1,1637	1,1637	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,7148	1,7148	1,7148	1,7148	1,1637
23	1,1637	1,1637	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,1637

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 10% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 85, obtivemos o período 1, março a agosto, composto por 3 bandeiras, o período 2, agosto a dezembro, composto por 3 bandeiras e o período 3, de dezembro a março, composta também por 3 bandeiras. O período 1 apresenta 0,9 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,0621 das 9 às 18 horas e 1,1 das 18 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,9 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,0514 das 9 às 17 horas e 1,1 das 17 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,9 das 23 às 9 horas, 1,0311 das 9 às 14 horas e 1,0813 das 14 às 23 horas.

TABELA 85 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	1,0311	1,0311	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0311
10	1,0311	1,0311	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0311
11	1,0311	1,0311	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0311
12	1,0311	1,0311	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0311
13	1,0311	1,0311	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0311
14	1,0813	1,0813	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0813
15	1,0813	1,0813	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0813
16	1,0813	1,0813	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0514	1,0514	1,0514	1,0514	1,0813
17	1,0813	1,0813	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,0621	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0813
18	1,0813	1,0813	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0813
19	1,0813	1,0813	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0813
20	1,0813	1,0813	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0813
21	1,0813	1,0813	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0813
22	1,0813	1,0813	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0813
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 20%, utilizando 3 períodos com no máximo 4 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 86, o período 1, de fevereiro a junho, composto por 4 bandeiras, apresentando 0,8 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,1523 das 9 às 12 horas, 1,0531 das 12 às 16 horas e 1,1853 das 16 às 23 horas. O período 2, de junho a novembro, composta por 3 bandeiras, apresenta 0,8 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,1467 das 10 às 17 horas e 1,2 das 17 às 23 horas. O período 3, de novembro a fevereiro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,8 da tarifa atual da 0 às 8 horas e 1,2 das 13 às 21 horas. Das 8 às 13 horas e das 21 à 0 horas o período 3 mantém o valor da tarifa atual através de um fator com valor 1.

TABELA 86 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	1,0000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000
9	1,0000	1,1523	1,1523	1,1523	1,1523	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000
10	1,0000	1,1523	1,1523	1,1523	1,1523	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,0000	1,0000
11	1,0000	1,1523	1,1523	1,1523	1,1523	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,0000	1,0000
12	1,0000	1,0531	1,0531	1,0531	1,0531	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,0000	1,0000
13	1,2000	1,0531	1,0531	1,0531	1,0531	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,2000	1,2000
14	1,2000	1,0531	1,0531	1,0531	1,0531	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,2000	1,2000
15	1,2000	1,0531	1,0531	1,0531	1,0531	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,2000	1,2000
16	1,2000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,1467	1,2000	1,2000
17	1,2000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
18	1,2000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
19	1,2000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
20	1,2000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000
21	1,0000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,0000	1,0000
22	1,0000	1,1853	1,1853	1,1853	1,1853	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,0000	1,0000
23	1,0000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 87 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos para atingir tarifas majoradas/minoradas em 30% da tarifa atual, com no máximo 4 bandeiras por período. Para essa simulação todos os períodos apresentam 3 bandeiras por período. O período 1, março a junho, apresenta 0,7 da tarifa atual das 22 às 9 horas, 1,1585 das 9 às 13 horas, 1,3 das 13 às 22 horas. O período 2, de junho a setembro, apresenta 0,7 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,1124 das 9 às 15 horas e 1,3 das 15 às 23 horas. O período 3, de setembro a março, apresenta 0,7 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,2123 das 10 às 13 horas, 1,2609 das 13 às 23 horas.

TABELA 87 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	0,7000	1,1585	1,1585	1,1585	1,1124	1,1124	1,1124	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
10	1,2123	1,2123	1,1585	1,1585	1,1585	1,1124	1,1124	1,1124	1,2123	1,2123	1,2123	1,2123
11	1,2123	1,2123	1,1585	1,1585	1,1585	1,1124	1,1124	1,1124	1,2123	1,2123	1,2123	1,2123
12	1,2123	1,2123	1,1585	1,1585	1,1585	1,1124	1,1124	1,1124	1,2123	1,2123	1,2123	1,2123
13	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,1124	1,1124	1,1124	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
14	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,1124	1,1124	1,1124	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
15	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
16	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
17	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
18	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
19	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
20	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
21	1,2609	1,2609	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
22	1,2609	1,2609	0,7000	0,7000	0,7000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2609	1,2609	1,2609	1,2609
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 40% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 88, obtivemos o período 1, de março a julho, composto por 3 bandeiras, o período 2, de julho a novembro, composto por 4 bandeiras e o período 3, de novembro a março, composto por uma única bandeira. O período 1 apresenta 0,6 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,1027 das 9 às 13 horas e 1,3067 das 13 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,6 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,2617 das 10 às 13 horas, 1,3067 das 13 às 15 horas e 1,4 das 15 às 23 horas. O período 3 apresenta 1,0135 durante todas as horas do dia.

TABELA 88 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
1	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
2	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
3	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
4	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
5	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
6	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
7	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
8	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
9	1,0135	1,0135	1,1027	1,1027	1,1027	1,1027	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135
10	1,0135	1,0135	1,1027	1,1027	1,1027	1,1027	1,2617	1,2617	1,2617	1,2617	1,0135	1,0135
11	1,0135	1,0135	1,1027	1,1027	1,1027	1,1027	1,2617	1,2617	1,2617	1,2617	1,0135	1,0135
12	1,0135	1,0135	1,1027	1,1027	1,1027	1,1027	1,2617	1,2617	1,2617	1,2617	1,0135	1,0135
13	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,0135	1,0135
14	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,0135	1,0135
15	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
16	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
17	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
18	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
19	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
20	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
21	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
22	1,0135	1,0135	1,3067	1,3067	1,3067	1,3067	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0135	1,0135
23	1,0135	1,0135	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0135	1,0135

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 50%, utilizando 3 períodos com no máximo 4 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 89, o período 1, de março a agosto, composto por 2 bandeiras, apresenta 1,5 da tarifa atual das 9 às 22 horas e 0,5 das 22 às 9 horas. O período 2, de agosto a março, composto por 1 bandeiras, utiliza 0,9702 em todos os horários do dia

TABELA 89 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
1	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
2	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
3	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
4	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
5	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
6	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
7	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
8	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
9	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
10	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
11	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
12	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
13	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
14	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
15	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
16	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
17	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
18	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
19	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
20	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
21	0,9702	0,9702	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
22	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702
23	0,9702	0,9702	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702	0,9702

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 90 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos gerando tarifas majoradas/minoradas em 60% da tarifa atual, com no máximo 4 bandeiras por período. O período 1, de março a agosto, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,4 da tarifa atual das 22 às 9 horas, 1,4122 das 9 às 16 horas e 1,6 das 16 às 22 horas. O período 2, de agosto a dezembro, composto por 3 tarifas, apresenta 0,4 das 23 às 9 horas, 1,2612 das 9 às 17 horas e 1,6 das 17 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, apresenta 1,0253 da tarifa atual em todas as horas do dia.

TABELA 90 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
1	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
2	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
3	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
4	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
5	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
6	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
7	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
8	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253
9	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
10	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
11	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
12	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
13	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
14	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
15	1,0253	1,0253	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,4122	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
16	1,0253	1,0253	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,2612	1,2612	1,2612	1,2612	1,0253
17	1,0253	1,0253	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0253
18	1,0253	1,0253	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0253
19	1,0253	1,0253	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0253
20	1,0253	1,0253	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0253
21	1,0253	1,0253	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0253
22	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,0253
23	1,0253	1,0253	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0253

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 70% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 91, obtivemos o período 1, de março a junho, o período 2, de junho a outubro e o período 3, de outubro a março, todos os períodos compostos por 3 bandeiras. O período 1 apresenta 0,3 da tarifa atual das 22 às 9 horas, 1,4290 das 9 às 14 horas e 1,7 das 14 às 22 horas. O período 2 apresenta 0,3 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,2477 das 9 às 16 horas e 1,7 das 16 às 23 horas. O terceiro período apresenta 0,3 da tarifa atual das 23 às 10 horas, 1,5740 das 10 às 19 horas e 1,7 das 19 às 23 horas.

TABELA 91 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	0,3000	0,3000	1,4290	1,4290	1,4290	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	0,3000	0,3000	0,3000
10	1,5740	1,5740	1,4290	1,4290	1,4290	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	1,5740	1,5740	1,5740
11	1,5740	1,5740	1,4290	1,4290	1,4290	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	1,5740	1,5740	1,5740
12	1,5740	1,5740	1,4290	1,4290	1,4290	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	1,5740	1,5740	1,5740
13	1,5740	1,5740	1,4290	1,4290	1,4290	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	1,5740	1,5740	1,5740
14	1,5740	1,5740	1,7000	1,7000	1,7000	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	1,5740	1,5740	1,5740
15	1,5740	1,5740	1,7000	1,7000	1,7000	1,2477	1,2477	1,2477	1,2477	1,5740	1,5740	1,5740
16	1,5740	1,5740	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,5740	1,5740	1,5740
17	1,5740	1,5740	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,5740	1,5740	1,5740
18	1,5740	1,5740	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,5740	1,5740	1,5740
19	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
20	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
21	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
22	1,7000	1,7000	0,3000	0,3000	0,3000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 80%, utilizando 3 períodos com no máximo 4 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 92, o período 1, de março a junho, composto por 4 bandeiras, apresentando 0,2 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 1,4826 das 8 às 14 horas, 1,2 das 14 às 18 horas e 1,8 das 18 às 23 horas. O período 2, de junho a novembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,2 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,3394 das 9 às 15 horas e 1.7113 das 15 às 23 horas. O período 3, de novembro a março, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,2 das 23 às 9 horas, 1,5690 das 9 às 17 horas, 1,3394 das 17 às 20 horas e 1,8 das 20 às 23 horas.

TABELA 92 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	1,4826	1,4826	1,4826	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
9	1,5690	1,5690	1,4826	1,4826	1,4826	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,5690	1,5690
10	1,5690	1,5690	1,4826	1,4826	1,4826	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,5690	1,5690
11	1,5690	1,5690	1,4826	1,4826	1,4826	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,5690	1,5690
12	1,5690	1,5690	1,4826	1,4826	1,4826	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,5690	1,5690
13	1,5690	1,5690	1,4826	1,4826	1,4826	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,5690	1,5690
14	1,5690	1,5690	1,2000	1,2000	1,2000	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,3394	1,5690	1,5690
15	1,5690	1,5690	1,2000	1,2000	1,2000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,5690	1,5690
16	1,5690	1,5690	1,2000	1,2000	1,2000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,5690	1,5690
17	1,3394	1,3394	1,2000	1,2000	1,2000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,3394	1,3394
18	1,3394	1,3394	1,8000	1,8000	1,8000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,3394	1,3394
19	1,3394	1,3394	1,8000	1,8000	1,8000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,3394	1,3394
20	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,8000	1,8000
21	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,8000	1,8000
22	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,7113	1,8000	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 93 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 10% da tarifa atual, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, fevereiro a junho, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,9 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 1,06 das 9 às 14 horas, 1,05 das 14 às 18 horas e 1,1 das 18 às 23 horas. O período 2, de junho a outubro, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,8 da tarifa atual das 23 às 9 horas, 0,98 das 9 às 12 horas, 1,09 das 12 às 17 horas e 1,1 das 17 às 23 horas. O período 3, de outubro a fevereiro, com apenas 3 bandeiras, apresenta 0,9 das 23 às 8 horas, 0,98 das 8 às 13 horas e 1,1 das 13 às 23 horas.

TABELA 93 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9800	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9800	0,9800	0,9800
9	0,9800	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800
10	0,9800	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800
11	0,9800	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800	0,9800
12	0,9800	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0900	1,0900	1,0900	1,0900	0,9800	0,9800	0,9800
13	1,1000	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0900	1,0900	1,0900	1,0900	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1000	1,0600	1,0600	1,0600	1,0600	1,0900	1,0900	1,0900	1,0900	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0900	1,0900	1,0900	1,0900	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,0900	1,0900	1,0900	1,0900	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0500	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
18	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
19	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
20	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
21	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
22	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 20% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 5 bandeiras, conforme Tabela 94, obtivemos o período 1, março a junho, composto por 3 bandeiras, o período 2, de junho a novembro, composto por 5 bandeiras e o período 3, de novembro a março, composto por 4 períodos. O período 1 apresenta 0,8 da tarifa atual das 23 às 8 horas, 1,0504 das 8 às 14 horas, 1,1812 das 14 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,8 das 23 às 9 horas, 1,1003 das 9 às 12 horas, 1,0806 das 12 às 17 horas e 1,2 das 17 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,8 das 23 às 9 horas, 1,0603 das 9 às 12 horas, 1,1504 das 12 às 17 horas e 1,1812 das 17 às 23 horas.

TABELA 94 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	1,0504	1,0504	1,0504	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
9	1,0603	1,0603	1,0504	1,0504	1,0504	1,1003	1,1003	1,1003	1,1003	1,1003	1,0603	1,0603
10	1,0603	1,0603	1,0504	1,0504	1,0504	1,1003	1,1003	1,1003	1,1003	1,1003	1,0603	1,0603
11	1,0603	1,0603	1,0504	1,0504	1,0504	1,1003	1,1003	1,1003	1,1003	1,1003	1,0603	1,0603
12	1,1504	1,1504	1,0504	1,0504	1,0504	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,1504	1,1504
13	1,1504	1,1504	1,0504	1,0504	1,0504	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,1504	1,1504
14	1,1504	1,1504	1,1812	1,1812	1,1812	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,1504	1,1504
15	1,1504	1,1504	1,1812	1,1812	1,1812	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,1504	1,1504
16	1,1504	1,1504	1,1812	1,1812	1,1812	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,0806	1,1504	1,1504
17	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1812	1,1812
18	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1812	1,1812
19	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1812	1,1812
20	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1812	1,1812
21	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1812	1,1812
22	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,1812	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1812	1,1812
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 30%, utilizando 3 períodos com no máximo 5 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 95, o período 1, de março a julho, composto por 4 bandeiras, apresentando 0,7 das 23 às 9 horas, 1,1637 das 9 às 13 horas, 1,1898 das 13 às 17 horas e 1,2498 das 17 às 23 horas. O período 2, de julho a novembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,7 das 23 às 8 horas, 0,9659 das 8 às 13 horas e 1,3 das 13 às 23 horas. O período 3, de novembro a março, com 4 bandeiras, apresenta 0,7 da 0 às 9 horas, 1,1798 das 9 às 16 horas, 1,1898 das 16 às 21 horas e 1,15 das 21 à 0 horas.

TABELA 95 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9659	0,9659	0,9659	0,9659	0,7000	0,7000
9	1,1798	1,1798	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	0,9659	0,9659	0,9659	0,9659	1,1798	1,1798
10	1,1798	1,1798	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	0,9659	0,9659	0,9659	0,9659	1,1798	1,1798
11	1,1798	1,1798	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	0,9659	0,9659	0,9659	0,9659	1,1798	1,1798
12	1,1798	1,1798	1,1637	1,1637	1,1637	1,1637	0,9659	0,9659	0,9659	0,9659	1,1798	1,1798
13	1,1798	1,1798	1,1898	1,1898	1,1898	1,1898	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1798	1,1798
14	1,1798	1,1798	1,1898	1,1898	1,1898	1,1898	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1798	1,1798
15	1,1798	1,1798	1,1898	1,1898	1,1898	1,1898	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1798	1,1798
16	1,1898	1,1898	1,1898	1,1898	1,1898	1,1898	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1898	1,1898
17	1,1898	1,1898	1,2498	1,2498	1,2498	1,2498	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1898	1,1898
18	1,1898	1,1898	1,2498	1,2498	1,2498	1,2498	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1898	1,1898
19	1,1898	1,1898	1,2498	1,2498	1,2498	1,2498	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1898	1,1898
20	1,1898	1,1898	1,2498	1,2498	1,2498	1,2498	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1898	1,1898
21	1,1500	1,1500	1,2498	1,2498	1,2498	1,2498	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1500	1,1500
22	1,1500	1,1500	1,2498	1,2498	1,2498	1,2498	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,1500	1,1500
23	1,1500	1,1500	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1500	1,1500

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 96 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 40% da tarifa atual, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, com 4 bandeiras, apresenta 0,6 das 23 às 9 horas, 1,36 das 9 às 12 horas, 1,1920 da 12 às 17 horas e 1,36 das 17 às 23 horas. O período 2, de junho a novembro, com 3 bandeiras, apresenta 0,6 das 23 às 10 horas, 1,28 das 10 às 16 horas e 1,4 das 16 às 23 horas. O período 3, de novembro a março, com 4 bandeiras, apresenta 0,6 das 23 às 10 horas, 1,3 das 10 às 15 horas, 1,29 das 15 às 20 horas e 1,4 das 20 às 23 horas.

TABELA 96 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,3600	1,3600	1,3600	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
10	1,3000	1,3000	1,3600	1,3600	1,3600	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000
11	1,3000	1,3000	1,3600	1,3600	1,3600	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000
12	1,3000	1,3000	1,1920	1,1920	1,1920	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000
13	1,3000	1,3000	1,1920	1,1920	1,1920	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000
14	1,3000	1,3000	1,1920	1,1920	1,1920	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,3000	1,3000
15	1,2900	1,2900	1,1920	1,1920	1,1920	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2900	1,2900
16	1,2900	1,2900	1,1920	1,1920	1,1920	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2900	1,2900
17	1,2900	1,2900	1,3600	1,3600	1,3600	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2900	1,2900
18	1,2900	1,2900	1,3600	1,3600	1,3600	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2900	1,2900
19	1,2900	1,2900	1,3600	1,3600	1,3600	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2900	1,2900
20	1,4000	1,4000	1,3600	1,3600	1,3600	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
21	1,4000	1,4000	1,3600	1,3600	1,3600	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
22	1,4000	1,4000	1,3600	1,3600	1,3600	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 50%, utilizando 3 períodos com no máximo 5 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 97, o período 1, de março a julho, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,5 das 23 às 8 horas, 1,12 das 8 às 13 horas, 1,34 das 13 às 19 horas e 1,5 das 19 às 23 horas. O período 2, de julho a dezembro, com 4 bandeiras, apresenta 0,5 das 23 às 8 horas, 0,885 das 8 às 11 horas, 1,2697 das 11 às 14 horas e 1,5 das 14 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, apresenta 0,96 da tarifa atual em todas as horas do dia.

TABELA 97 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
1	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
2	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
3	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
4	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
5	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
6	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
7	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600
8	0,9600	0,9600	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	0,8850	0,8850	0,8850	0,8850	0,8850	0,9600
9	0,9600	0,9600	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	0,8850	0,8850	0,8850	0,8850	0,8850	0,9600
10	0,9600	0,9600	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	0,8850	0,8850	0,8850	0,8850	0,8850	0,9600
11	0,9600	0,9600	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2697	1,2697	1,2697	1,2697	1,2697	0,9600
12	0,9600	0,9600	1,1200	1,1200	1,1200	1,1200	1,2697	1,2697	1,2697	1,2697	1,2697	0,9600
13	0,9600	0,9600	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,2697	1,2697	1,2697	1,2697	1,2697	0,9600
14	0,9600	0,9600	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
15	0,9600	0,9600	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
16	0,9600	0,9600	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
17	0,9600	0,9600	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
18	0,9600	0,9600	1,3400	1,3400	1,3400	1,3400	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
19	0,9600	0,9600	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
20	0,9600	0,9600	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
21	0,9600	0,9600	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
22	0,9600	0,9600	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	0,9600
23	0,9600	0,9600	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9600

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 60%, utilizando 3 períodos com no máximo 5 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 98, o período 1, de março a junho, com 4 bandeiras, apresenta 0,4 das 23 às 8 horas, 1,024 das 8 às 15 horas, 1,5326 das 15 às 20 horas e 1,5807 das 20 às 23 horas. O período 2, de junho a novembro, com 3 bandeiras, apresenta 0,4 das 23 às 9 horas, 1,1870 das 9 às 15 horas e 1,6 das 15 às 23 horas. O período 3, de novembro a março, com 4 bandeiras, apresenta 0,4 das 23 às 9 horas, 1,3630 das 9 às 13, 1,5228 das 13 às 17 e 1,5291 das 17 às 23 horas.

TABELA 98 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,4000	1,0240	1,0240	1,0240	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	1,3630	1,3630	1,0240	1,0240	1,0240	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,3630	1,3630
10	1,3630	1,3630	1,0240	1,0240	1,0240	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,3630	1,3630
11	1,3630	1,3630	1,0240	1,0240	1,0240	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,3630	1,3630
12	1,3630	1,3630	1,0240	1,0240	1,0240	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,3630	1,3630
13	1,5228	1,5228	1,0240	1,0240	1,0240	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,5228	1,5228
14	1,5228	1,5228	1,0240	1,0240	1,0240	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,1870	1,5228	1,5228
15	1,5228	1,5228	1,5326	1,5326	1,5326	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5228	1,5228
16	1,5228	1,5228	1,5326	1,5326	1,5326	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5228	1,5228
17	1,5291	1,5291	1,5326	1,5326	1,5326	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5291	1,5291
18	1,5291	1,5291	1,5326	1,5326	1,5326	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5291	1,5291
19	1,5291	1,5291	1,5326	1,5326	1,5326	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5291	1,5291
20	1,5291	1,5291	1,5807	1,5807	1,5807	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5291	1,5291
21	1,5291	1,5291	1,5807	1,5807	1,5807	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5291	1,5291
22	1,5291	1,5291	1,5807	1,5807	1,5807	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5291	1,5291
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 99 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 70% da tarifa atual, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, com 4 bandeiras, apresenta 0,3 das 23 às 8 horas, 1,3924 das 8 às 14 horas, 1,0048 das 14 às 17 horas, 1,6796 das 17 às 23 horas. O período 2, de junho a novembro, com 4 bandeiras, apresenta 0,3 das 23 às 10 horas, 1,5172 das 10 às 15 horas, 1,6268 das 15 às 18 horas e 1,6796 das 18 às 23 horas. O período 3, de novembro a março, também com 4 bandeiras, apresenta 0,3 das 23 às 9 horas, 1,0310 das 9 às 13 horas, 1,7 das 13 às 17 horas e 1,6268 das 17 às 23 horas.

TABELA 99 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,3000	1,3924	1,3924	1,3924	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	1,0310	1,0310	1,3924	1,3924	1,3924	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0310	1,0310
10	1,0310	1,0310	1,3924	1,3924	1,3924	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,0310	1,0310
11	1,0310	1,0310	1,3924	1,3924	1,3924	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,0310	1,0310
12	1,0310	1,0310	1,3924	1,3924	1,3924	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,0310	1,0310
13	1,7000	1,7000	1,3924	1,3924	1,3924	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,7000	1,7000
14	1,7000	1,7000	1,0048	1,0048	1,0048	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,5172	1,7000	1,7000
15	1,7000	1,7000	1,0048	1,0048	1,0048	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,7000	1,7000
16	1,7000	1,7000	1,0048	1,0048	1,0048	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,7000	1,7000
17	1,6268	1,6268	1,6796	1,6796	1,6796	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268	1,6268
18	1,6268	1,6268	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6268	1,6268
19	1,6268	1,6268	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6268	1,6268
20	1,6268	1,6268	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6268	1,6268
21	1,6268	1,6268	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6268	1,6268
22	1,6268	1,6268	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6796	1,6268	1,6268
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 80% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 5 bandeiras, conforme Tabela 100, obtivemos o período 1, de janeiro a maio, o período 2, de maio a setembro, o período 3, de setembro a janeiro, todos com 4 bandeiras. O período 1 apresenta 0,2 das 23 às 9 horas, 1,1867 das 9 às 12 horas, 1,56 das 12 às 17 horas e 1,8 das 17 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,2 das 23 às 9 horas, 1,2 das 9 às 13 horas, 1,655 das 13 às 17 horas e 1,8 das 17 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,2 da 0 às 8 horas, 0,975 das 8 às 14, 1,56 das 14 às 18 horas e 1,655 das 18 à 0 hora.

TABELA 100 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9750	0,9750	0,9750	0,9750
9	1,1867	1,1867	1,1867	1,1867	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9750	0,9750	0,9750	0,9750
10	1,1867	1,1867	1,1867	1,1867	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9750	0,9750	0,9750	0,9750
11	1,1867	1,1867	1,1867	1,1867	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9750	0,9750	0,9750	0,9750
12	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	0,9750	0,9750	0,9750	0,9750
13	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550	0,9750	0,9750	0,9750	0,9750
14	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600
15	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600
16	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600
17	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,5600	1,5600	1,5600	1,5600
18	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550
19	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550
20	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550
21	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550
22	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,6550	1,6550	1,6550	1,6550

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 10%, utilizando 3 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 101, o período 1, de abril a setembro, composto por 5 bandeiras, apresentando 0,9 das 23 às 7 horas, 0,9510 das 7 às 10 horas, 1,0771 das 10 às 14 horas, 1,0596 das 14 às 17 horas e 1,1 das 17 às 23 horas. O período 2, de setembro a dezembro, com 5 bandeira, apresenta 0,9 das 23 às 9 horas, 1,056 das 9 às 14 horas, 1,0312 das 14 às 17 horas, 1,0405 das 17 às 20 horas e 1,1 das 20 às 23 horas. O período 3, de dezembro a abril, com 4 bandeiras, apresenta 0,9 das 23 horas às 8 horas, 1,0312 das 8 às 11 horas, 1,0596 das 11 às 14 e das 18 às 23 horas e 1,0771 das 14 às 18 horas.

TABELA 101 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9510	0,9510	0,9510	0,9510	0,9510	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	1,0312	1,0312	1,0312	0,9510	0,9510	0,9510	0,9510	0,9510	0,9000	0,9000	0,9000	1,0312
9	1,0312	1,0312	1,0312	0,9510	0,9510	0,9510	0,9510	0,9510	1,0560	1,0560	1,0560	1,0312
10	1,0312	1,0312	1,0312	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0560	1,0560	1,0560	1,0312
11	1,0596	1,0596	1,0596	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0560	1,0560	1,0560	1,0596
12	1,0596	1,0596	1,0596	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0560	1,0560	1,0560	1,0596
13	1,0596	1,0596	1,0596	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0771	1,0560	1,0560	1,0560	1,0596
14	1,0771	1,0771	1,0771	1,0596	1,0596	1,0596	1,0596	1,0596	1,0312	1,0312	1,0312	1,0771
15	1,0771	1,0771	1,0771	1,0596	1,0596	1,0596	1,0596	1,0596	1,0312	1,0312	1,0312	1,0771
16	1,0771	1,0771	1,0771	1,0596	1,0596	1,0596	1,0596	1,0596	1,0312	1,0312	1,0312	1,0771
17	1,0771	1,0771	1,0771	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0405	1,0405	1,0405	1,0771
18	1,0596	1,0596	1,0596	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0405	1,0405	1,0405	1,0596
19	1,0596	1,0596	1,0596	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0405	1,0405	1,0405	1,0596
20	1,0596	1,0596	1,0596	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0596
21	1,0596	1,0596	1,0596	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0596
22	1,0596	1,0596	1,0596	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,0596
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 102 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 20% da tarifa atual, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de abril a julho, com 4 bandeiras, apresenta 0,8 das 23 às 8 horas, 1,1379 das 8 às 12 horas, 1,0585 das 12 às 18 horas e 1,1429 das 18 às 23 horas. O período 2, de julho a dezembro, com 5 bandeiras, apresenta 0,8 das 23 às 9 horas, 1,1329 das 9 às 12 horas, 1,1070 das 12 às 15 horas, 1,2 das 15 às 19 horas e 1,1429 das 19 às 23 horas. O período 3, de dezembro a abril, com 4 bandeiras, apresenta 0,8 das 23 às 7 horas, 0,877 das 7 horas às 10 horas, 1,1329 das 10 às 14 horas, 1,1429 das 14 às 19 horas e 1,2 das 19 às 23 horas.

TABELA 102 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8770	0,8770	0,8770	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8770
8	0,8770	0,8770	0,8770	1,1379	1,1379	1,1379	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8770
9	0,8770	0,8770	0,8770	1,1379	1,1379	1,1379	1,1329	1,1329	1,1329	1,1329	1,1329	0,8770
10	1,1329	1,1329	1,1329	1,1379	1,1379	1,1379	1,1329	1,1329	1,1329	1,1329	1,1329	1,1429
11	1,1329	1,1329	1,1329	1,1379	1,1379	1,1379	1,1329	1,1329	1,1329	1,1329	1,1329	1,1429
12	1,1329	1,1329	1,1329	1,0585	1,0585	1,0585	1,1070	1,1070	1,1070	1,1070	1,1070	1,1429
13	1,1329	1,1329	1,1329	1,0585	1,0585	1,0585	1,1070	1,1070	1,1070	1,1070	1,1070	1,1429
14	1,1429	1,1429	1,1429	1,0585	1,0585	1,0585	1,1070	1,1070	1,1070	1,1070	1,1070	1,1429
15	1,1429	1,1429	1,1429	1,0585	1,0585	1,0585	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1429
16	1,1429	1,1429	1,1429	1,0585	1,0585	1,0585	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1429
17	1,1429	1,1429	1,1429	1,0585	1,0585	1,0585	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1429
18	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1429
19	1,2000	1,2000	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,2000
20	1,2000	1,2000	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,2000
21	1,2000	1,2000	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,2000
22	1,2000	1,2000	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,1429	1,2000
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 30% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 103, obtivemos o período 1, de março a junho, composto por 5 bandeiras, o período 2, de junho a outubro, composto por 5 bandeiras, o terceiro período, de outubro a março, composto por 5 bandeiras. O período 1 apresenta 0,7 das 23 às 8 horas, 1,2036 das 8 às 12 horas, 0,9828 das 12 às 16 horas, 1,2750 das 16 às 20 horas e 1,3 das 20 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,7 das 23 às 8 horas, 1,1414 das 8 às 13 horas, 1,1836 das 13 às 16 horas, 1,2750 das 16 às 20 horas e 1,2028 das 20 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,7 das 23 às 9 horas, 1,1693 das 9 às 13 horas, 1,2319 das 13 às 16 horas, 1,2028 das 16 às 20 horas e 1,1919 das 20 às 23 horas.

TABELA 103 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	1,2036	1,2036	1,2036	1,1414	1,1414	1,1414	1,1414	0,7000	0,7000	0,7000
9	1,1693	1,1693	1,2036	1,2036	1,2036	1,1414	1,1414	1,1414	1,1414	1,1693	1,1693	1,1693
10	1,1693	1,1693	1,2036	1,2036	1,2036	1,1414	1,1414	1,1414	1,1414	1,1693	1,1693	1,1693
11	1,1693	1,1693	1,2036	1,2036	1,2036	1,1414	1,1414	1,1414	1,1414	1,1693	1,1693	1,1693
12	1,1693	1,1693	0,9828	0,9828	0,9828	1,1414	1,1414	1,1414	1,1414	1,1693	1,1693	1,1693
13	1,2319	1,2319	0,9828	0,9828	0,9828	1,1836	1,1836	1,1836	1,1836	1,2319	1,2319	1,2319
14	1,2319	1,2319	0,9828	0,9828	0,9828	1,1836	1,1836	1,1836	1,1836	1,2319	1,2319	1,2319
15	1,2319	1,2319	0,9828	0,9828	0,9828	1,1836	1,1836	1,1836	1,1836	1,2319	1,2319	1,2319
16	1,2028	1,2028	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2028	1,2028	1,2028
17	1,2028	1,2028	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2028	1,2028	1,2028
18	1,2028	1,2028	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2028	1,2028	1,2028
19	1,2028	1,2028	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2750	1,2028	1,2028	1,2028
20	1,1919	1,1919	1,3000	1,3000	1,3000	1,2028	1,2028	1,2028	1,2028	1,1919	1,1919	1,1919
21	1,1919	1,1919	1,3000	1,3000	1,3000	1,2028	1,2028	1,2028	1,2028	1,1919	1,1919	1,1919
22	1,1919	1,1919	1,3000	1,3000	1,3000	1,2028	1,2028	1,2028	1,2028	1,1919	1,1919	1,1919
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 40%, utilizando 3 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 104, o período 1, março a junho, composto por 4 bandeiras, composto por 4 bandeiras, apresentando 0,6 das 23 às 8 horas, 1,002 das 8 às 11 horas, 1,2641 das 11 às 15 horas, 1,2834 das 15 às 23 horas. O período 2, de junho a outubro, composto 5 bandeiras, apresenta 0,6 das 23 às 8 horas, 1,1045 das 8 às 11 horas, 1,2041 das 11 às 14 horas, 1,2541 das 14 às 17 horas e 1,3083 das 17 às 21 horas. O período 3, de outubro a março, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,6 das 23 às 10 horas, 1,3603 das 10 às 16 horas, 1,2834 das 16 às 19 horas e 1,4 das 19 às 23 horas.

TABELA 104 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	1,0020	1,0020	1,0020	1,1045	1,1045	1,1045	1,1045	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,0020	1,0020	1,0020	1,1045	1,1045	1,1045	1,1045	0,6000	0,6000	0,6000
10	1,3603	1,3603	1,0020	1,0020	1,0020	1,1045	1,1045	1,1045	1,1045	1,3603	1,3603	1,3603
11	1,3603	1,3603	1,2641	1,2641	1,2641	1,2041	1,2041	1,2041	1,2041	1,3603	1,3603	1,3603
12	1,3603	1,3603	1,2641	1,2641	1,2641	1,2041	1,2041	1,2041	1,2041	1,3603	1,3603	1,3603
13	1,3603	1,3603	1,2641	1,2641	1,2641	1,2041	1,2041	1,2041	1,2041	1,3603	1,3603	1,3603
14	1,3603	1,3603	1,2641	1,2641	1,2641	1,2541	1,2541	1,2541	1,2541	1,3603	1,3603	1,3603
15	1,3603	1,3603	1,2834	1,2834	1,2834	1,2541	1,2541	1,2541	1,2541	1,3603	1,3603	1,3603
16	1,2834	1,2834	1,2834	1,2834	1,2834	1,2541	1,2541	1,2541	1,2541	1,2834	1,2834	1,2834
17	1,2834	1,2834	1,2834	1,2834	1,2834	1,3083	1,3083	1,3083	1,3083	1,2834	1,2834	1,2834
18	1,2834	1,2834	1,2834	1,2834	1,2834	1,3083	1,3083	1,3083	1,3083	1,2834	1,2834	1,2834
19	1,4000	1,4000	1,2834	1,2834	1,2834	1,3083	1,3083	1,3083	1,3083	1,4000	1,4000	1,4000
20	1,4000	1,4000	1,2834	1,2834	1,2834	1,3083	1,3083	1,3083	1,3083	1,4000	1,4000	1,4000
21	1,4000	1,4000	1,2834	1,2834	1,2834	1,3083	1,3083	1,3083	1,3083	1,4000	1,4000	1,4000
22	1,4000	1,4000	1,2834	1,2834	1,2834	1,3083	1,3083	1,3083	1,3083	1,4000	1,4000	1,4000
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 105 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 50% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, composto por 5 bandeiras, apresenta 0,5 das 23 às 8 horas, 1,3525 das 8 às 12 horas, 0,9250 das 12 às 15 horas, 1,24 das 15 às 18 horas e 1,5 das 18 às 23 horas. O período 2, de junho a novembro, composto por 5 bandeiras, apresenta 0,5 das 23 às 9 horas, 1,3482 das 9 às 14 horas, 1,2631 das 14 às 17 horas, 1,4097 das 17 às 20 horas e 1,3482 das 20 às 23 horas. O Período 3, de novembro a março, composto de 5 bandeiras, apresenta 0,5 da 0 às 9 horas, 1,1528 das 9 às 13 horas, 1,4097 das 13 às 17 horas, 1,3997 das 17 às 21 horas e 1,3225 das 21 à 0 horas.

TABELA 105 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	1,3525	1,3525	1,3525	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	1,1528	1,1528	1,3525	1,3525	1,3525	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,1528	1,1528
10	1,1528	1,1528	1,3525	1,3525	1,3525	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,1528	1,1528
11	1,1528	1,1528	1,3525	1,3525	1,3525	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,1528	1,1528
12	1,1528	1,1528	0,9250	0,9250	0,9250	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,1528	1,1528
13	1,4097	1,4097	0,9250	0,9250	0,9250	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,4097	1,4097
14	1,4097	1,4097	0,9250	0,9250	0,9250	1,2631	1,2631	1,2631	1,2631	1,2631	1,4097	1,4097
15	1,4097	1,4097	1,2400	1,2400	1,2400	1,2631	1,2631	1,2631	1,2631	1,2631	1,4097	1,4097
16	1,4097	1,4097	1,2400	1,2400	1,2400	1,2631	1,2631	1,2631	1,2631	1,2631	1,4097	1,4097
17	1,3997	1,3997	1,2400	1,2400	1,2400	1,4097	1,4097	1,4097	1,4097	1,4097	1,3997	1,3997
18	1,3997	1,3997	1,5000	1,5000	1,5000	1,4097	1,4097	1,4097	1,4097	1,4097	1,3997	1,3997
19	1,3997	1,3997	1,5000	1,5000	1,5000	1,4097	1,4097	1,4097	1,4097	1,4097	1,3997	1,3997
20	1,3997	1,3997	1,5000	1,5000	1,5000	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3997	1,3997
21	1,3225	1,3225	1,5000	1,5000	1,5000	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3225	1,3225
22	1,3225	1,3225	1,5000	1,5000	1,5000	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3482	1,3225	1,3225
23	1,3225	1,3225	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,3225	1,3225

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 60% da tarifa atual, com 3 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 106, obtivemos o período 1, de fevereiro a junho, composto por 4 bandeiras, o período 2, de junho a novembro, composto por 4 bandeiras e o período 3, de novembro a fevereiro, composto por 5 bandeiras. O período 1 apresenta 0,4 das 23 às 9 horas, 1,2621 das 9 às 13 horas, 1,3935 das 13 às 17 horas e 1,6 das 17 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,4 das 23 às 9 horas, 1,211 das 9 às 13 horas, 1,4311 das 13 às 17 horas e 1,6 das 17 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,4 da 1 às 9 horas, 1,2621 das 9 às 13 horas, 1,3935 das 13 às 17 horas, 1,2621 das 17 às 21 horas e 1,1376 das 21 à 1 hora

TABELA 106 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,1376	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,1376	1,1376
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2621	1,2621
10	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2621	1,2621
11	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2621	1,2621
12	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2621	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2110	1,2621	1,2621
13	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,3935	1,3935
14	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,3935	1,3935
15	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,3935	1,3935
16	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,3935	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,4311	1,3935	1,3935
17	1,2621	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,2621	1,2621
18	1,2621	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,2621	1,2621
19	1,2621	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,2621	1,2621
20	1,2621	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,2621	1,2621
21	1,1376	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,1376	1,1376
22	1,1376	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,1376	1,1376
23	1,1376	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,1376	1,1376

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 70%, utilizando 7 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 107, o período 1, fevereiro a maio, composto por 4 bandeiras, apresentando 0,3 das 23 às 8 horas, 0,9949 das 8 às 11 horas, 1,4313 das 11 às 20 horas e 1,7 das 20 às 23 horas. O período 2, de maio a outubro, composto por apenas 2 bandeiras, apresenta 0,3 das 23 às 10 horas e 1,5809 no restante das horas do dia. O período 3, de outubro a fevereiro, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,3 das 23 às 9 horas, 1,356 das 9 às 14 horas, 1,5379 das 14 às 18 horas e 1,7 das 18 às 23 horas.

TABELA 107 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,9949	0,9949	0,9949	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	1,3560	0,9949	0,9949	0,9949	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,3560	1,3560	1,3560
10	1,3560	0,9949	0,9949	0,9949	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,3560	1,3560	1,3560
11	1,3560	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,3560	1,3560	1,3560
12	1,3560	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,3560	1,3560	1,3560
13	1,3560	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,3560	1,3560	1,3560
14	1,5379	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5379	1,5379	1,5379
15	1,5379	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5379	1,5379	1,5379
16	1,5379	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5379	1,5379	1,5379
17	1,5379	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5379	1,5379	1,5379
18	1,7000	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,7000	1,7000	1,7000
19	1,7000	1,4313	1,4313	1,4313	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,7000	1,7000	1,7000
20	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,7000	1,7000	1,7000
21	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,7000	1,7000	1,7000
22	1,7000	1,7000	1,7000	1,7000	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,5809	1,7000	1,7000	1,7000
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 108 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos, utilizando tarifas majoradas/minoradas em 80% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, com 5 bandeiras, apresenta 0,2 das 23 às 8 horas, 1,405 das 8 às 11 horas, 1,46 das 11 às 15 horas, 1,21 das 15 às 18 horas e 1,61 das 18 às 23 horas. O período 2, de junho a outubro, com 4 bandeiras, apresenta 0,2 das 23 às 9 horas, 1,46 das 9 às 12 horas, 1,52 das 12 às 18 horas e 1,7250 das 18 às 23 horas. O período 3, de dezembro a março, composto por 5 bandeiras, apresenta 0,2 das 23 às 9 horas, 1,21 das 9 às 12 horas, 1,52 das 12 às 15 horas, 1,7250 das 15 às 20 horas e 1,8 das 20 às 23 horas.

TABELA 108 - OTIMIZAÇÃO PARA 3 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	1,4050	1,4050	1,4050	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
9	1,2100	1,2100	1,4050	1,4050	1,4050	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,2100
10	1,2100	1,2100	1,4050	1,4050	1,4050	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,2100
11	1,2100	1,2100	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,4600	1,2100
12	1,5200	1,5200	1,4600	1,4600	1,4600	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200
13	1,5200	1,5200	1,4600	1,4600	1,4600	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200
14	1,5200	1,5200	1,4600	1,4600	1,4600	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200
15	1,7250	1,7250	1,2100	1,2100	1,2100	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,7250
16	1,7250	1,7250	1,2100	1,2100	1,2100	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,7250
17	1,7250	1,7250	1,2100	1,2100	1,2100	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,5200	1,7250
18	1,7250	1,7250	1,6100	1,6100	1,6100	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250
19	1,7250	1,7250	1,6100	1,6100	1,6100	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250
20	1,8000	1,8000	1,6100	1,6100	1,6100	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,8000
21	1,8000	1,8000	1,6100	1,6100	1,6100	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,8000
22	1,8000	1,8000	1,6100	1,6100	1,6100	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,7250	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

A3. RESULTADOS DE OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS ANUAIS

Na Tabela 109 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos, utilizando tarifas majoradas/minoradas em 10% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de março a junho apresenta 1,0397 das 8 às 23 horas e 0,9186 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro apresenta 1,1 das 8 às 23 horas e 0,9 das 23 às 8 horas. O período 3, de setembro a dezembro, e o período 4, de dezembro a março, apresentam 0,9904 durante todos os horários do dia.

TABELA 109 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
1	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
2	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
3	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
4	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
5	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
6	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
7	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
8	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
9	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
10	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
11	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
12	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
13	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
14	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
15	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
16	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
17	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
18	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
19	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
20	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
21	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
22	0,9904	0,9904	1,0397	1,0397	1,0397	1,1000	1,1000	1,1000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904
23	0,9904	0,9904	0,9186	0,9186	0,9186	0,9000	0,9000	0,9000	0,9904	0,9904	0,9904	0,9904

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 110 é possível observar a divisão do ano em 2 períodos distintos, utilizando tarifas majoradas/minoradas em 20% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de agosto a novembro, apresenta 1,2 das 10 às 23 horas e 0,8 das 23 às 10 horas. O período 2, de novembro a fevereiro, o período 3, de fevereiro a maio, e o período 4, de maio a agosto, apresentam 1,1334 das 9 às 23 horas e 0,8 das 23 às 9 horas.

TABELA 110 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
9	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	0,8000	0,8000	0,8000	1,1334	1,1334
10	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
11	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
12	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
13	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
14	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
15	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
16	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
17	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
18	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
19	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
20	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
21	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
22	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,1334	1,2000	1,2000	1,2000	1,1334	1,1334
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 111 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 30% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, com 2 bandeiras, apresenta 1,3 das 9 às 22 horas e 0,7 no restante dos horários do dia. O período 2, de junho a setembro, também com 2 bandeiras, apresenta 1,2506 das 9 às 23 horas e 0,7 no restante dos horários do dia. O período 3, de setembro a dezembro, com 2 bandeiras apresenta 1,1592 das 8 às 22 horas e 0,7 no restante dos horários do dia. O período 4, de dezembro a março, apresenta o fator 0,9668 em todos os horários do dia.

TABELA 111 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
1	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
2	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
3	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
4	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
5	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
6	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
7	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668
8	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
9	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
10	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
11	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
12	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
13	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
14	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
15	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
16	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
17	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
18	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
19	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
20	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
21	0,9668	0,9668	1,3000	1,3000	1,3000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
22	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	1,2506	1,2506	1,2506	1,1592	1,1592	1,1592	0,9668
23	0,9668	0,9668	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9668

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 112 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 40% da tarifa atual, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de janeiro a abril, composta por uma bandeira, apresenta o fator 0,9723 em todos os horários do dia. O período 2, de abril a julho, composto por duas bandeiras, apresenta 1,2839 das 9 às 23 horas e 0,6 nos demais horários do dia. O período 3, de julho a outubro, composto por 2 bandeiras, apresenta 1,2327 das 10 à 1 hora e 0,6 da 1 às 10 horas. O período 4, de outubro a janeiro, possui 2 bandeiras, apresentando 1,4 das 10 às 23 horas e 0,6 nos demais horários do dia.

TABELA 112 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	1,2327	1,2327	1,2327	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
10	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
11	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
12	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
13	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
14	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
15	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
16	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
17	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
18	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
19	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
20	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
21	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
22	0,9723	0,9723	0,9723	1,2839	1,2839	1,2839	1,2327	1,2327	1,2327	1,4000	1,4000	1,4000
23	0,9723	0,9723	0,9723	0,6000	0,6000	0,6000	1,2327	1,2327	1,2327	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 113 é possível observar a divisão do ano em 3 períodos distintos, utilizando tarifas majoradas/minoradas em 50% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de março a junho apresenta 1,1443 das 8 às 23 horas e 0,6874 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro apresenta 1,5 das 10 às 23 horas e 0,5 das 23 às 10 horas. O período 3, de setembro a dezembro, e período 4, de dezembro a março, apresentam 0,9927 durante todos os horários do dia.

TABELA 113 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
1	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
2	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
3	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
4	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
5	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
6	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
7	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
8	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
9	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
10	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
11	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
12	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
13	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
14	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
15	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
16	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
17	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
18	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
19	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
20	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
21	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
22	0,9927	0,9927	1,1443	1,1443	1,1443	1,5000	1,5000	1,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927
23	0,9927	0,9927	0,6874	0,6874	0,6874	0,5000	0,5000	0,5000	0,9927	0,9927	0,9927	0,9927

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 114 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos, utilizando tarifas majoradas/minoradas em 60% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de março a junho apresenta 1,28 das 8 às 23 horas e 0,4 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro apresenta 1,6 das 10 às 23 horas e 0,4 das 23 às 10 horas. O período 3, de setembro a dezembro apresenta 0,9904 durante todos os horários do dia. O período 4, de dezembro a março, é semelhante ao período 3 apresentando 0,9904 em todos os horários do dia.

TABELA 114 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
4	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
7	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
15	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
16	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
17	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
18	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
19	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
23	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 115 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 70% da tarifa, com no máximo 2 bandeiras por período. O período 1, de janeiro a abril, comporta por uma única bandeira, apresenta o mesmo valor da tarifa atual (fator 1) em todos os horários do dia. O período 2, de abril a julho, apresenta 1,7 das 9 às 23 horas e 0,3 nos demais horários. O período 3, de julho a outubro, composto por uma única bandeira, apresenta o mesmo valor da tarifa atual (fator 1) em todos os horários do dia. O período 4, de outubro a janeiro, composto por 2 bandeiras apresenta 1,2334 das 10 à 1 hora e 0,3 da 1 às 10 horas.

TABELA 115 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
1	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
2	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
3	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
4	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
5	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
6	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
7	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
8	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
13	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
14	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
15	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
16	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
17	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
18	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
19	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
20	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
21	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
22	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334
23	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	1,2334	1,2334	1,2334

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 80% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 2 bandeiras, conforme Tabela 116, obtivemos o período 1, de março a junho, composto por 2 bandeiras, o período 2, de junho a setembro, composto por 2 bandeiras, o período 3, de setembro a dezembro, composto por 2 bandeiras e o período 4, de dezembro a março, composto de uma única bandeira. Os períodos 1 e 3 apresentam 1,5143 das 9 às 23 horas e 0,2 nos demais horários. O período 2 apresenta 1,8 das 10 às 23 horas e 0,2 nos demais horários do dia. O período 4 não apresenta alterações na tarifa atual, possuindo fator unitário em todos os horários.

TABELA 116 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 2 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
1	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
2	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
3	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
4	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
6	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
7	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
8	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	0,2000	0,2000	0,2000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
15	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
16	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
17	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
18	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
19	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,5143	1,5143	1,5143	1,8000	1,8000	1,8000	1,5143	1,5143	1,5143	1,0000
23	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 10%, utilizando 4 períodos com no máximo 3 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 117, o período 1, março a junho, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,9 das 23 às 9 horas, 1,0337 das 9 às 13 horas e 1,08 das 13 às 23 horas.

O período 2, de junho a setembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,9 das 23 às 8 horas, 0,98 das 8 às 13 horas e 1,1 das 13 às 23 horas. O período 3, de setembro a dezembro, com 3 bandeiras, apresenta 0,9 das 23 às 9 horas, 1 das 9 às 13 horas e 1,1 das 13 às 23 horas. O período 4, de dezembro a março, composto por 3 bandeiras, apresenta 0,9 das 23 às 10 horas, 1,0551 das 10 às 13 horas e 1,1 das 13 às 23 horas.

TABELA 117 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1 das7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9800	0,9800	0,9800	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	0,9000	0,9000	1,0337	1,0337	1,0337	0,9800	0,9800	0,9800	1,0000	1,0000	1,0000	0,9000
10	1,0551	1,0551	1,0337	1,0337	1,0337	0,9800	0,9800	0,9800	1,0000	1,0000	1,0000	1,0551
11	1,0551	1,0551	1,0337	1,0337	1,0337	0,9800	0,9800	0,9800	1,0000	1,0000	1,0000	1,0551
12	1,0551	1,0551	1,0337	1,0337	1,0337	0,9800	0,9800	0,9800	1,0000	1,0000	1,0000	1,0551
13	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
18	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
19	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
20	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
21	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
22	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000	1,1000
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 118 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos utilizando tarifas majoradas/minoradas em 20% da tarifa atual, com no máximo 3 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, com 2 bandeiras, apresenta 1,2 das 9 às 22 horas e 0,8 nos demais horários do dia. O período 2, de junho a setembro, com 3 bandeiras, apresenta 0,8 das 23 às 8 horas, 1,022 das 8 às 13 horas e 1,2 das 13 às 23 horas. O período 3, de setembro a dezembro, com 2 bandeiras, apresenta 0,8 das 23 às 9 horas e 1,1203 das 9 às 23 horas. O período 4, de dezembro a março, apresenta uma única bandeira com fator de 0,9836 em dos os horários do dia.

TABELA 118 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
1	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
2	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
3	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
4	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
5	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
6	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
7	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
8	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	1,0220	1,0220	1,0220	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836
9	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,0220	1,0220	1,0220	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
10	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,0220	1,0220	1,0220	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
11	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,0220	1,0220	1,0220	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
12	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,0220	1,0220	1,0220	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
13	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
14	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
15	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
16	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
17	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
18	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
19	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
20	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
21	0,9836	0,9836	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
22	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	1,2000	1,2000	1,2000	1,1203	1,1203	1,1203	0,9836
23	0,9836	0,9836	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,9836

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 30% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 3 bandeiras, conforme Tabela 119, obtivemos o período 1, de março a junho, o período 2, de junho a setembro, o período 3 de setembro a dezembro e o período 4, de dezembro a março, todos composto por 3 bandeiras. O período 1 apresenta 0,7 das 23 às 9 horas, 1,106 das 9 às 13 horas e 1,245 das 13 às 23 horas. O período 2 apresenta 0,7 das 23 às 8 horas, 1,0405 das 8 às 15 horas e 1,3 das 15 às 23 horas. O período 3 apresenta 0,7 das 23 às 9 horas, 1,1605 das 9 às 16 horas e 1,2830 das 16 às 23 horas. O período 4 apresenta 0,7 das 23 às 10 horas, 1,207 das 10 às 14 horas e 1,279 das 14 às 23 horas.

TABELA 119 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,0405	1,0405	1,0405	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
9	0,7000	0,7000	1,1060	1,1060	1,1060	1,0405	1,0405	1,0405	1,1605	1,1605	1,1605	0,7000
10	1,2070	1,2070	1,1060	1,1060	1,1060	1,0405	1,0405	1,0405	1,1605	1,1605	1,1605	1,2070
11	1,2070	1,2070	1,1060	1,1060	1,1060	1,0405	1,0405	1,0405	1,1605	1,1605	1,1605	1,2070
12	1,2070	1,2070	1,1060	1,1060	1,1060	1,0405	1,0405	1,0405	1,1605	1,1605	1,1605	1,2070
13	1,2070	1,2070	1,2450	1,2450	1,2450	1,0405	1,0405	1,0405	1,1605	1,1605	1,1605	1,2070
14	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,0405	1,0405	1,0405	1,1605	1,1605	1,1605	1,2790
15	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,1605	1,1605	1,1605	1,2790
16	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
17	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
18	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
19	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
20	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
21	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
22	1,2790	1,2790	1,2450	1,2450	1,2450	1,3000	1,3000	1,3000	1,2830	1,2830	1,2830	1,2790
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 40%, utilizando 4 períodos com no máximo 3 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 120, o período 1, de março a junho, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,23 das 9 às 13 horas, 1,28 das 13 às 23 horas e 0,6 das 11 às 9 horas. O período 2, de junho a setembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,2 das 9 às 15 horas, 1,4 das 15 às 23 horas e 0,6 das 23 às 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 1,25 das 9 às 12 horas, 1,28 das 12 às 23 horas e 0,6 das 23 às 9 horas. O período 4, de dezembro a março, apresenta 1,28 das 10 às 14 horas, 1,37 das 14 às 23 horas e 0,6 das 23 às 10 horas.

TABELA 120 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,2300	1,2300	1,2300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2500	1,2500	1,2500	0,6000
10	1,2800	1,2800	1,2300	1,2300	1,2300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2800
11	1,2800	1,2800	1,2300	1,2300	1,2300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2500	1,2500	1,2500	1,2800
12	1,2800	1,2800	1,2300	1,2300	1,2300	1,2000	1,2000	1,2000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800
13	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2000	1,2000	1,2000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800
14	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,2000	1,2000	1,2000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
15	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
16	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
17	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
18	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
19	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
20	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
21	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
22	1,3700	1,3700	1,2800	1,2800	1,2800	1,4000	1,4000	1,4000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3700
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 121 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 50% da tarifa, com no máximo 3 bandeiras por período. O período 1, de janeiro a abril, mantém o valor bem próximo da tarifa atual, com 1,0043 da tarifa vigente no horário da 0 hora e mantém a tarifa atual nos demais horários. Já o período 2, de abril a julho, apresenta a tarifa de 1,4 da atual, das 9 às 22 horas, e uma tarifa de 0,5 da atual entre às 22 e 9 horas. O período 3, de julho a outubro, apresenta 1,5 da tarifa atual, entre as 10 e 22 horas, e 0,5 da tarifa atual, entre as 22 e 10 horas. O período 4, de outubro a janeiro, apresenta 1,16 da tarifa atual, entre as 9 e 14 horas, 1,5 da tarifa atual entre as 14 e 23 horas e 0,5 da tarifa atual das 23 às 9 horas.

TABELA 121 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0043	1,0043	1,0043	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	0,5000	0,5000	0,5000	1,1600	1,1600	1,1600
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,1600	1,1600	1,1600
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,1600	1,1600	1,1600
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,1600	1,1600	1,1600
13	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,1600	1,1600	1,1600
14	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
15	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
16	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
17	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
18	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
19	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
20	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
21	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
22	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,5000	1,5000	1,5000
23	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 60% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 3 bandeiras, conforme Tabela 122, obtivemos o período 1, de fevereiro a maio, composto por 3 bandeiras, o período 2, de maio a agosto, composto por 3 bandeiras, o período 3, de agosto a novembro, também composto por 3 bandeiras e o período 4, de novembro a fevereiro, composto por apenas 2 bandeiras. O período 1 apresenta 1,21 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,34 das 11 às 23 horas e 0,4 das 23 às 8 horas. O período 2 apresenta 1,21 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,42 das 11 às 23 horas e 0,4 das 23 às 8 horas. O período 3 apresenta 1,0217 da tarifa atual das 8 às 14 horas, 1,6 das 14 às 23 horas e 0,4 das 23 às 8 horas. O período 4 apresenta 1,53 das 10 às 23 horas e 0,4 no restante do período.

TABELA 122 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,0217	1,0217	1,0217	0,4000	0,4000
9	0,4000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,0217	1,0217	1,0217	0,4000	0,4000
10	1,5300	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,2100	1,0217	1,0217	1,0217	1,5300	1,5300
11	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,0217	1,0217	1,0217	1,5300	1,5300
12	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,0217	1,0217	1,0217	1,5300	1,5300
13	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,0217	1,0217	1,0217	1,5300	1,5300
14	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
15	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
16	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
17	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
18	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
19	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
20	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
21	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
22	1,5300	1,3400	1,3400	1,3400	1,4200	1,4200	1,4200	1,6000	1,6000	1,6000	1,5300	1,5300
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 70%, utilizando 4 períodos com no máximo 3 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 123, o período 1, de fevereiro a maio, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,36 da tarifa atual das 8 às 14 horas, 1,5 das 14 às 23 horas e 0,3 das 23 às 8 horas. O período 2, de maio a agosto, composto por 2 bandeiras, apresenta 1,5 das 9 às 23 horas e 0,3 no restante do período. O período 3, de agosto a novembro, apresenta 1,4 das 10 às 14 horas, 1,7 das 14 às 23 horas e 0,3 das 23 às 10 horas. O período 4, de novembro a fevereiro, apresenta 1,37 das 10 às 13 horas, 1,6 das 13 às 23 horas e 0,3 das 23 às 10 horas.

TABELA 123 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	1,3600	1,3600	1,3600	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	0,3000	1,3600	1,3600	1,3600	1,5000	1,5000	1,5000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
10	1,3700	1,3600	1,3600	1,3600	1,5000	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3700	1,3700
11	1,3700	1,3600	1,3600	1,3600	1,5000	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3700	1,3700
12	1,3700	1,3600	1,3600	1,3600	1,5000	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3700	1,3700
13	1,6000	1,3600	1,3600	1,3600	1,5000	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,6000	1,6000
14	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
15	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
16	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
17	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
18	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
19	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
20	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
21	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
22	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,7000	1,7000	1,7000	1,6000	1,6000
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 124 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 80% da tarifa, com no máximo 3 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, apresenta 1,4 da tarifa vigente das 8 às 13 horas, 1,6 das 13 às 22 horas e 0,2 das 22 às 8 horas. Já o período 2, de junho a setembro, apresenta a mesma tarifa atual, das 9 horas às 12 horas, uma tarifa de 1,8 da atual entre às 12 e 23 horas e 0,2 das 23 às 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, mantém a tarifa atual em todos os horários. O período 4, de dezembro a março, apresenta 1,525 da tarifa atual das 10 às 18 horas, 1,4 das 18 à 1 hora e 0,2 da 1 às 10 horas.

TABELA 124 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 3 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,4000	1,4000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
8	0,2000	0,2000	1,4000	1,4000	1,4000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
9	0,2000	0,2000	1,4000	1,4000	1,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000
10	1,5250	1,5250	1,4000	1,4000	1,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
11	1,5250	1,5250	1,4000	1,4000	1,4000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
12	1,5250	1,5250	1,4000	1,4000	1,4000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
13	1,5250	1,5250	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
14	1,5250	1,5250	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
15	1,5250	1,5250	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
16	1,5250	1,5250	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
17	1,5250	1,5250	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5250
18	1,4000	1,4000	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000
19	1,4000	1,4000	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000
20	1,4000	1,4000	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000
21	1,4000	1,4000	1,6000	1,6000	1,6000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000
22	1,4000	1,4000	0,2000	0,2000	0,2000	1,8000	1,8000	1,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000
23	1,4000	1,4000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 10% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 125, obtivemos o período 1, de março a junho, composto por 3 bandeiras, o período 2, de junho a setembro, composto por 4 bandeiras, o período 3, de setembro a dezembro, composto por 3 bandeiras e o período 4, de dezembro a março, composto por uma única bandeira tarifária. O período 1 apresenta 1,07 da tarifa atual das 9 às 18 horas, 1,08 das 18 às 23 horas e 0,9 das 23 às 9 horas. O período 2 apresenta a mesma tarifa vigente atualmente das 8 às 11 horas, 1,05 das 11 às 14 horas, 1,08 das 14 às 23 horas e 0,9 das 23 às 8 horas. O período 3 apresenta 1,06 da tarifa atual das 10 às 15 horas, 1,1 das 15 às 23 horas e 0,9 das 23 às 10 horas. O período 4 apresenta a mesma tarifa atual vigente em todos os horários.

TABELA 125 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
1	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
2	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
3	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
4	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
6	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
7	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
8	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0000	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0000	1,0000	1,0000	1,0600	1,0600	1,0600	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0800	1,0800	1,0800	1,0600	1,0600	1,0600	1,0000
15	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
16	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
17	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
18	1,0000	1,0000	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
19	1,0000	1,0000	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000
23	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 20%, utilizando 4 períodos com no máximo 4 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 126, o período 1, janeiro a abril, composto por 3 bandeiras, apresentando 0,8 da tarifa atual da 1 às 9 horas, 1,12 das 9 às 17 horas e 1,05 das 17 à 1 hora. O período 2, de abril a julho, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,05 das 9 às 13 horas, 1,2 das 13 às 23 horas e 0,8 horas da tarifa atual das 23 às 9 horas. O período 3, julho a outubro, apresenta 1,06 das 8 às 13 horas, 1,098 das 13 às 18 horas, 1,17 das 18 às 23 horas e 0,8 das 23 às 8 horas. O período 4, de outubro a janeiro, apresenta 0,95 da tarifa atual das 8 às 13 horas, 1,17 das 13 às 18 horas, 1,2 das 18 à 0 hora e 0,8 da 0 às 8 horas.

TABELA 126 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0500	1,0500	1,0500	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,0600	1,0600	1,0600	0,9500	0,9500	0,9500
9	1,1200	1,1200	1,1200	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	0,9500	0,9500	0,9500
10	1,1200	1,1200	1,1200	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	0,9500	0,9500	0,9500
11	1,1200	1,1200	1,1200	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	0,9500	0,9500	0,9500
12	1,1200	1,1200	1,1200	1,0500	1,0500	1,0500	1,0600	1,0600	1,0600	0,9500	0,9500	0,9500
13	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,0980	1,0980	1,0980	1,1700	1,1700	1,1700
14	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,0980	1,0980	1,0980	1,1700	1,1700	1,1700
15	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,0980	1,0980	1,0980	1,1700	1,1700	1,1700
16	1,1200	1,1200	1,1200	1,2000	1,2000	1,2000	1,0980	1,0980	1,0980	1,1700	1,1700	1,1700
17	1,0500	1,0500	1,0500	1,2000	1,2000	1,2000	1,0980	1,0980	1,0980	1,1700	1,1700	1,1700
18	1,0500	1,0500	1,0500	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,2000	1,2000	1,2000
19	1,0500	1,0500	1,0500	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,2000	1,2000	1,2000
20	1,0500	1,0500	1,0500	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,2000	1,2000	1,2000
21	1,0500	1,0500	1,0500	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,2000	1,2000	1,2000
22	1,0500	1,0500	1,0500	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,2000	1,2000	1,2000
23	1,0500	1,0500	1,0500	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,2000	1,2000	1,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 127 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 30% da tarifa, com no máximo 4 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, apresenta 1,3 da tarifa vigente das 9 às 12 horas, 1,15 das 12 à 0 hora e 0,7 da 0 às 9 horas. O período 2, de junho a setembro, apresenta 0,94 da tarifa da atual das 8 às 12 horas, 1,11 da atual entre às 12 e 16 horas, 1,3 das 16 à 0 hora e 0,7 da 0 às 8 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 1,11 das 8 às 11 horas, 1,12 das 11 à 0 hora e 0,7 da 0 hora às 8 horas. O período 4, de dezembro a março, apresenta 1,15 das 10 às 13 horas, 1,26 das 13 à 0 hora e 0,7 da 0 às 10 horas.

TABELA 127 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9400	0,9400	0,9400	1,1100	1,1100	1,1100	0,7000
9	0,7000	0,7000	1,3000	1,3000	1,3000	0,9400	0,9400	0,9400	1,1100	1,1100	1,1100	0,7000
10	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	0,9400	0,9400	0,9400	1,1100	1,1100	1,1100	1,1500
11	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	0,9400	0,9400	0,9400	1,1200	1,1200	1,1200	1,1500
12	1,1500	1,1500	1,1500	1,1500	1,1500	1,1100	1,1100	1,1100	1,1200	1,1200	1,1200	1,1500
13	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,1100	1,1100	1,1100	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
14	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,1100	1,1100	1,1100	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
15	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,1100	1,1100	1,1100	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
16	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
17	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
18	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
19	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
20	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
21	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
22	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600
23	1,2600	1,2600	1,1500	1,1500	1,1500	1,3000	1,3000	1,3000	1,1200	1,1200	1,1200	1,2600

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 40% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 128, obtivemos o período 1, de março a junho, composto por 3 bandeiras, o período 2, de junho a setembro, composto por 4 bandeiras, o período 3, de setembro a dezembro, composto por 3 bandeiras, e o período 4, de dezembro a março, composto por 3 bandeiras. O período 1 apresenta 1,26 da tarifa atual das 9 às 18 horas, 1,35 das 18 às 23 horas e 0,6 das 23 às 9 horas. O período 2 apresenta 0,9817 da tarifa atual das 8 às 12 horas, 1,24 das 12 às 16 horas, 1,4 das 16 às 23 horas e 0,6 das 23 às 8 horas. O período 3 apresenta 1,2 da tarifa atual das 8 às 17 horas, 1,31 das 17 às 23 horas e 0,6 das 23 às 8 horas. O período 4 apresenta 1,31 das 10 às 19 horas, 1,35 das 19 às 23 horas e 0,6 das 23 às 10 horas.

TABELA 128 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,9750	0,9750	0,9750	1,2000	1,2000	1,2000	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,2600	1,2600	1,2600	0,9750	0,9750	0,9750	1,2000	1,2000	1,2000	0,6000
10	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	0,9750	0,9750	0,9750	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
11	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	0,9750	0,9750	0,9750	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
12	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
13	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
14	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
15	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
16	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	1,4000	1,4000	1,4000	1,2000	1,2000	1,2000	1,3100
17	1,3100	1,3100	1,2600	1,2600	1,2600	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100
18	1,3100	1,3100	1,3500	1,3500	1,3500	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100
19	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100	1,3100	1,3100	1,3500
20	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100	1,3100	1,3100	1,3500
21	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100	1,3100	1,3100	1,3500
22	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100	1,3100	1,3100	1,3500
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 50%, utilizando 4 períodos com no máximo 4 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 129, o período 1, de março a junho, composto por 4 bandeiras, apresenta 1,25 da tarifa atual das 8 às 12 horas, 1,2 das 12 às 15 horas, 1,3 das 15 às 23 horas e 0,5 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,37 da tarifa atual das 10 às 17 horas, 1,5 das 17 às 23 horas e 0,5 das 23 às 10 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 0,84 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,37 das 11 às 17 horas, 1,5 das 17 às 23 horas e 0,5 das 23 às 8 horas. O período 4, de dezembro a março, composto por 3 bandeiras apresenta 1,37 da tarifa atual entre as 9 e 12 horas e entre as 19 e 23 horas, 1,34 das 12 às 19 horas e 0,5 das 23 às 9 horas.

TABELA 129 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	1,2500	1,2500	1,2500	0,5000	0,5000	0,5000	0,8400	0,8400	0,8400	0,5000
9	1,3700	1,3700	1,2500	1,2500	1,2500	0,5000	0,5000	0,5000	0,8400	0,8400	0,8400	1,3700
10	1,3700	1,3700	1,2500	1,2500	1,2500	1,3700	1,3700	1,3700	0,8400	0,8400	0,8400	1,3700
11	1,3700	1,3700	1,2500	1,2500	1,2500	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700
12	1,3400	1,3400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3400
13	1,3400	1,3400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3400
14	1,3400	1,3400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3400
15	1,3400	1,3400	1,3000	1,3000	1,3000	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3400
16	1,3400	1,3400	1,3000	1,3000	1,3000	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3400
17	1,3400	1,3400	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3400
18	1,3400	1,3400	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3400
19	1,3700	1,3700	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700
20	1,3700	1,3700	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700
21	1,3700	1,3700	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700
22	1,3700	1,3700	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700
23	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 130 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 60% da tarifa, com no máximo 4 bandeiras por período. O período 1, março a junho, apresenta 1,4 da tarifa vigente das 9 às 13 horas, 1,6 das 13 às 22 horas e 0,4 das 22 às 9 horas. O período 2, de junho a setembro, apresenta uma tarifa de 1,33 da atual, das 9 horas às 13 horas, 1,4 das 13 às 17 horas, 1,48 das 17 às 23 horas e 0,4 da atual entre 23 e 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 1,26 das 9 às 14 horas, 1,5 das 14 às 23 horas e 0,4 das 23 às 9 horas. O período 4 mantém a tarifa vigente em todos os horários.

TABELA 130 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
1	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
2	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
3	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
4	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
6	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
7	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
8	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3300	1,3300	1,3300	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3300	1,3300	1,3300	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3300	1,3300	1,3300	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3300	1,3300	1,3300	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
15	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
16	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
17	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4800	1,4800	1,4800	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
18	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4800	1,4800	1,4800	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
19	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4800	1,4800	1,4800	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4800	1,4800	1,4800	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,6000	1,6000	1,6000	1,4800	1,4800	1,4800	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
22	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	1,4800	1,4800	1,4800	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
23	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 70% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 4 bandeiras, conforme Tabela 131, obtivemos o período 1, de fevereiro a maio, composto por 4 bandeiras, o período 2, de maio a agosto, composto por 3 bandeiras, o período 3, de agosto a novembro, composto por 4 bandeiras e o período 4, de novembro a fevereiro, composto por 4 bandeiras. O período 1 apresenta 1,0541 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,37 das 11 às 17 horas, 1,67 das 14 às 23 horas e 0,3 das 23 às 8 horas. O período 2 apresenta 1,24 da tarifa atual das 9 às 15 horas, 1,19 das 15 às 23 horas e 0,3 das 23 às 9 horas. O período 3 apresenta 1,0541 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,2 das 11 às 15 horas, 1,7 das 15 às 23 horas e 0,3 das 23 às 8 horas. O período 4 apresenta 1,37 das 9 às 12 horas, 1,3251 das 12 às 15 horas, 1,45 das 15 à o hora e 0,3 da 0 hora às 9 horas.

TABELA 131 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	1,0541	1,0541	1,0541	0,3000	0,3000	0,3000	1,0541	1,0541	1,0541	0,3000	0,3000
9	1,3700	1,0541	1,0541	1,0541	1,2400	1,2400	1,2400	1,0541	1,0541	1,0541	1,3700	1,3700
10	1,3700	1,0541	1,0541	1,0541	1,2400	1,2400	1,2400	1,0541	1,0541	1,0541	1,3700	1,3700
11	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3700	1,3700
12	1,3251	1,3700	1,3700	1,3700	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3251	1,3251
13	1,3251	1,3700	1,3700	1,3700	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3251	1,3251
14	1,3251	1,3700	1,3700	1,3700	1,2400	1,2400	1,2400	1,2000	1,2000	1,2000	1,3251	1,3251
15	1,4500	1,3700	1,3700	1,3700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
16	1,4500	1,3700	1,3700	1,3700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
17	1,4500	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
18	1,4500	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
19	1,4500	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
20	1,4500	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
21	1,4500	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
22	1,4500	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,6700	1,7000	1,7000	1,7000	1,4500	1,4500
23	1,4500	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	1,4500	1,4500

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 80%, utilizando 4 períodos com no máximo 4 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 132, o período 1, de março a junho, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,65 da tarifa atual das 9 às 16 horas, 1,7 das 16 às 22 horas e 0,2 das 22 às 9 horas. O período 2, junho a setembro, composto por 4 bandeiras, apresenta 1,2 das 9 às 13 horas, 1,58 das 13 às 17 horas, 1,8 das 17 às 23 horas e 0,2 das 23 às 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, composto por 4 períodos, apresenta 1,0934 das 8 às 11 horas, 1,4 das 11 às 14 horas, 1,65 das 14 às 23 horas e 0,2 das 23 às 8 horas. O período 4, de dezembro a março, composto por 4 bandeiras, apresenta 1,48 das 9 às 13 horas, 1,58 das 13 às 19 horas, 1,65 das 19 às 23 horas e 0,2 das 23 às 9 horas.

TABELA 132 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 4 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0934	1,0934	1,0934	0,2000
9	1,4800	1,4800	1,6500	1,6500	1,6500	1,2000	1,2000	1,2000	1,0934	1,0934	1,0934	1,4800
10	1,4800	1,4800	1,6500	1,6500	1,6500	1,2000	1,2000	1,2000	1,0934	1,0934	1,0934	1,4800
11	1,4800	1,4800	1,6500	1,6500	1,6500	1,2000	1,2000	1,2000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4800
12	1,4800	1,4800	1,6500	1,6500	1,6500	1,2000	1,2000	1,2000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4800
13	1,5800	1,5800	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800	1,5800	1,5800	1,4000	1,4000	1,4000	1,5800
14	1,5800	1,5800	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800	1,5800	1,5800	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800
15	1,5800	1,5800	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800	1,5800	1,5800	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800
16	1,5800	1,5800	1,7000	1,7000	1,7000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800
17	1,5800	1,5800	1,7000	1,7000	1,7000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800
18	1,5800	1,5800	1,7000	1,7000	1,7000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6500	1,6500	1,6500	1,5800
19	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500
20	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500
21	1,6500	1,6500	1,7000	1,7000	1,7000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500
22	1,6500	1,6500	0,2000	0,2000	0,2000	1,8000	1,8000	1,8000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6500
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 133 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 10% da tarifa, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a maio, apresenta 0,99 da tarifa vigente das 7 às 10 horas, 1,06 das 10 às 13 horas, 1,04 das 13 às 18 horas e 1,08 das 18 às 23 horas e 0,9 das 23 às 7 horas. O período 2, de maio a agosto, apresenta a tarifa de 1,0757 da atual das 9 às 16 horas, 1,1 das 16 às 22 horas e 0,9 das 22 às 9 horas. O período 3, de agosto a novembro, apresenta 1,07 da tarifa atual das 9 às 12 horas, 1,05 das 12 às 17 horas, 1,09 das 17 às 23 horas e 0,9 das 23 às 9 horas. O período 4, de novembro a fevereiro, apresenta 1,07 da tarifa atual das 9 às 16 horas, 1,0757 das 16 às 23 horas e 0,9 das 23 às 9 horas.

TABELA 133 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9900	0,9900	0,9900	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	0,9000	0,9900	0,9900	0,9900	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
9	1,0700	0,9900	0,9900	0,9900	1,0757	1,0757	1,0757	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700
10	1,0700	1,0600	1,0600	1,0600	1,0757	1,0757	1,0757	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700
11	1,0700	1,0600	1,0600	1,0600	1,0757	1,0757	1,0757	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700	1,0700
12	1,0700	1,0600	1,0600	1,0600	1,0757	1,0757	1,0757	1,0500	1,0500	1,0500	1,0700	1,0700
13	1,0700	1,0400	1,0400	1,0400	1,0757	1,0757	1,0757	1,0500	1,0500	1,0500	1,0700	1,0700
14	1,0700	1,0400	1,0400	1,0400	1,0757	1,0757	1,0757	1,0500	1,0500	1,0500	1,0700	1,0700
15	1,0700	1,0400	1,0400	1,0400	1,0757	1,0757	1,0757	1,0500	1,0500	1,0500	1,0700	1,0700
16	1,0757	1,0400	1,0400	1,0400	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0757	1,0757
17	1,0757	1,0400	1,0400	1,0400	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0757	1,0757
18	1,0757	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0757	1,0757
19	1,0757	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0757	1,0757
20	1,0757	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0757	1,0757
21	1,0757	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0757	1,0757
22	1,0757	1,0800	1,0800	1,0800	0,9000	0,9000	0,9000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0757	1,0757
23	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 20% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 5 bandeiras, conforme Tabela 134, obtivemos o período 1, de janeiro a abril, composto por 3 bandeiras, o período 2, de abril a julho, composto por 4 bandeiras, o período 3, de julho a outubro, composto por 5 bandeiras e o período 4, de outubro a janeiro, composto por 5 bandeiras. O período 1 apresenta 1,14 da tarifa atual das 9 às 13 horas, 1,145 das 13 às 20 horas, 1,14 das 20 às 23 horas e 0,8 das 23 às 9 horas. O período 2 apresenta 1,1 da tarifa atual das 9 às 13 horas, 1,126 das 13 às 18 horas, 1,2 das 18 às 23 horas e 0,8 das 23 às 9 horas. O período 3 apresenta 1,05 das 8 às 11 horas, 1,08 das 11 às 15 horas, 1,17 das 15 às 20 horas, 1,135 das 20 às 23 horas e 0,8 das 23 às 8 horas. O período 4 apresenta a tarifa original das 8 às 12 horas, 1,1 da tarifa original das 12 às 17 horas, 1,19 das 17 às 21 horas, 1,13 das 21 à 0 horas e 0,8 da 0 hora às 8 horas.

TABELA 134 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0000	1,0000	1,0000
9	1,1400	1,1400	1,1400	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0000	1,0000	1,0000
10	1,1400	1,1400	1,1400	1,1000	1,1000	1,1000	1,0500	1,0500	1,0500	1,0000	1,0000	1,0000
11	1,1400	1,1400	1,1400	1,1000	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,0000	1,0000	1,0000
12	1,1400	1,1400	1,1400	1,1000	1,1000	1,1000	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000
13	1,1450	1,1450	1,1450	1,1260	1,1260	1,1260	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000
14	1,1450	1,1450	1,1450	1,1260	1,1260	1,1260	1,0800	1,0800	1,0800	1,1000	1,1000	1,1000
15	1,1450	1,1450	1,1450	1,1260	1,1260	1,1260	1,1700	1,1700	1,1700	1,1000	1,1000	1,1000
16	1,1450	1,1450	1,1450	1,1260	1,1260	1,1260	1,1700	1,1700	1,1700	1,1000	1,1000	1,1000
17	1,1450	1,1450	1,1450	1,1260	1,1260	1,1260	1,1700	1,1700	1,1700	1,1900	1,1900	1,1900
18	1,1450	1,1450	1,1450	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,1900	1,1900	1,1900
19	1,1450	1,1450	1,1450	1,2000	1,2000	1,2000	1,1700	1,1700	1,1700	1,1900	1,1900	1,1900
20	1,1400	1,1400	1,1400	1,2000	1,2000	1,2000	1,1350	1,1350	1,1350	1,1900	1,1900	1,1900
21	1,1400	1,1400	1,1400	1,2000	1,2000	1,2000	1,1350	1,1350	1,1350	1,1300	1,1300	1,1300
22	1,1400	1,1400	1,1400	1,2000	1,2000	1,2000	1,1350	1,1350	1,1350	1,1300	1,1300	1,1300
23	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,1300	1,1300	1,1300

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 30%, utilizando 4 períodos com no máximo 5 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 135, o período 1, de março a junho, composto por 4 bandeiras, apresenta a tarifa vigente das 7 às 10 horas, 1,21 da tarifa vigente das 10 às 20 horas, 1,07 das 20 às 23 horas e 0,7 das 23 às 7 horas. O período 2, de junho a setembro, composto por 3 bandeiras, apresenta 1,07 da tarifa atual das 8 às 11 horas e das 14 às 17 horas, 1,26 das 11 às 14 horas e das 17 às 23 horas e 0,7 da tarifa atual das 23 às 7 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 1,13 das 8 às 12 horas e das 15 às 18 horas, 1,11 da tarifa atual das 12 às 15 horas, 1,14 das 18 à 0 horas e 0,7 da tarifa atual da 0 hora às 8 horas. O período 4, de dezembro a março, apresenta 0,8 da tarifa atual das 7 às 10 horas, 1,3 das 10 às 18 horas, 1,19 das 18 às 23 horas e 0,7 das 23 às 7 horas.

TABELA 135 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,8000
8	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,1300	1,1300	1,1300	0,8000
9	0,8000	0,8000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0700	1,0700	1,0700	1,1300	1,1300	1,1300	0,8000
10	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,0700	1,0700	1,0700	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
11	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2600	1,2600	1,2600	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
12	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2600	1,2600	1,2600	1,1100	1,1100	1,1100	1,3000
13	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2600	1,2600	1,2600	1,1100	1,1100	1,1100	1,3000
14	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,0700	1,0700	1,0700	1,1100	1,1100	1,1100	1,3000
15	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,0700	1,0700	1,0700	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
16	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,0700	1,0700	1,0700	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
17	1,3000	1,3000	1,2100	1,2100	1,2100	1,2600	1,2600	1,2600	1,1300	1,1300	1,1300	1,3000
18	1,1900	1,1900	1,2100	1,2100	1,2100	1,2600	1,2600	1,2600	1,1400	1,1400	1,1400	1,1900
19	1,1900	1,1900	1,2100	1,2100	1,2100	1,2600	1,2600	1,2600	1,1400	1,1400	1,1400	1,1900
20	1,1900	1,1900	1,0700	1,0700	1,0700	1,2600	1,2600	1,2600	1,1400	1,1400	1,1400	1,1900
21	1,1900	1,1900	1,0700	1,0700	1,0700	1,2600	1,2600	1,2600	1,1400	1,1400	1,1400	1,1900
22	1,1900	1,1900	1,0700	1,0700	1,0700	1,2600	1,2600	1,2600	1,1400	1,1400	1,1400	1,1900
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	1,1400	1,1400	1,1400	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 136 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 40% da tarifa, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, apresenta 1,27 da tarifa atual das 8 às 12 horas, 1,15 das 12 às 18 horas, 1,29 das 18 às 23 horas e 0,6 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro, apresenta 1,2 da atual das 9 às 13 horas, 1,31 das 13 às 23 horas e 0,6 das 23 às 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 0,7467 das 8 às 11 horas, 1,36 das 11 às 16 horas, 1,4 das 16 às 23 horas e 0,6 das 23 às 8 horas. O período 4, de dezembro a março, apresenta 1,35 das 10 às 16 horas e das 19 às 23 horas, 1,31 das 16 às 19 horas e 0,6 das 23 às 10 horas.

TABELA 136 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,6000	0,6000	1,2700	1,2700	1,2700	0,6000	0,6000	0,6000	0,7467	0,7467	0,7467	0,6000
9	0,6000	0,6000	1,2700	1,2700	1,2700	1,2000	1,2000	1,2000	0,7467	0,7467	0,7467	0,6000
10	1,3500	1,3500	1,2700	1,2700	1,2700	1,2000	1,2000	1,2000	0,7467	0,7467	0,7467	1,3500
11	1,3500	1,3500	1,2700	1,2700	1,2700	1,2000	1,2000	1,2000	1,3600	1,3600	1,3600	1,3500
12	1,3500	1,3500	1,1500	1,1500	1,1500	1,2000	1,2000	1,2000	1,3600	1,3600	1,3600	1,3500
13	1,3500	1,3500	1,1500	1,1500	1,1500	1,3100	1,3100	1,3100	1,3600	1,3600	1,3600	1,3500
14	1,3500	1,3500	1,1500	1,1500	1,1500	1,3100	1,3100	1,3100	1,3600	1,3600	1,3600	1,3500
15	1,3500	1,3500	1,1500	1,1500	1,1500	1,3100	1,3100	1,3100	1,3600	1,3600	1,3600	1,3500
16	1,3100	1,3100	1,1500	1,1500	1,1500	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100
17	1,3100	1,3100	1,1500	1,1500	1,1500	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100
18	1,3100	1,3100	1,2900	1,2900	1,2900	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3100
19	1,3500	1,3500	1,2900	1,2900	1,2900	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3500
20	1,3500	1,3500	1,2900	1,2900	1,2900	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3500
21	1,3500	1,3500	1,2900	1,2900	1,2900	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3500
22	1,3500	1,3500	1,2900	1,2900	1,2900	1,3100	1,3100	1,3100	1,4000	1,4000	1,4000	1,3500
23	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 50% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 5 bandeiras, conforme Tabela 137, obtivemos o período 1, de fevereiro a maio, composto por 4 bandeiras, o período 2, maio a agosto, composto por 4 bandeiras, o período 3, de agosto a novembro, composto por 4 bandeiras e o período 4 de novembro a fevereiro. O período 1 apresenta 1,41 da tarifa atual das 9 às 12 horas, 1,23 das 12 às 18 horas, 1,48 das 18 às 23 horas e 0,5 das 23 às 9 horas. O período 2 apresenta 1,33 da tarifa atual das 9 às 14 horas, 1,24 das 14 às 17 horas, 1,43 das 17 às 23 horas e 0,5 das 23 às 9 horas. O período 3 apresenta 1,36 das 10 às 14 horas, 1,37 das 14 às 17 horas, 1,5 das 17 às 23 horas e 0,5 das 23 às 10 horas. O período 4 apresenta 1,1667 das 9 às 12 horas, 1,29 das 12 às 15 horas e das 21 à 0 hora, 1,37 das 15 às 21 horas e 0,5 da 0 hora às 9 horas.

TABELA 137 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
9	1,1667	1,4100	1,4100	1,4100	1,3300	1,3300	1,3300	0,5000	0,5000	0,5000	1,1667	1,1667
10	1,1667	1,4100	1,4100	1,4100	1,3300	1,3300	1,3300	1,3600	1,3600	1,3600	1,1667	1,1667
11	1,1667	1,4100	1,4100	1,4100	1,3300	1,3300	1,3300	1,3600	1,3600	1,3600	1,1667	1,1667
12	1,2900	1,2300	1,2300	1,2300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3600	1,3600	1,3600	1,2900	1,2900
13	1,2900	1,2300	1,2300	1,2300	1,3300	1,3300	1,3300	1,3600	1,3600	1,3600	1,2900	1,2900
14	1,2900	1,2300	1,2300	1,2300	1,2400	1,2400	1,2400	1,3700	1,3700	1,3700	1,2900	1,2900
15	1,3700	1,2300	1,2300	1,2300	1,2400	1,2400	1,2400	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700
16	1,3700	1,2300	1,2300	1,2300	1,2400	1,2400	1,2400	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700	1,3700
17	1,3700	1,2300	1,2300	1,2300	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700	1,3700
18	1,3700	1,4800	1,4800	1,4800	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700	1,3700
19	1,3700	1,4800	1,4800	1,4800	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700	1,3700
20	1,3700	1,4800	1,4800	1,4800	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000	1,5000	1,5000	1,3700	1,3700
21	1,2900	1,4800	1,4800	1,4800	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000	1,5000	1,5000	1,2900	1,2900
22	1,2900	1,4800	1,4800	1,4800	1,4300	1,4300	1,4300	1,5000	1,5000	1,5000	1,2900	1,2900
23	1,2900	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,2900	1,2900

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 60%, utilizando 4 períodos com no máximo 5 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 138, o período 1, de fevereiro a maio, composto por 4 bandeiras, apresenta 0,985 da tarifa atual das 7 às 12 horas, 1,24 das 12 às 17 horas, 1,6 das 17 às 23 horas e 0,4 das 23 às 7 horas. O período 2, de maio a agosto, composto por 4 bandeiras, apresenta 1,34 das 9 às 12 horas, 1,29 das 12 às 17 horas, 1,58 das 17 às 23 horas e 0,4 das 23 às 9 horas. O período 3, de agosto a novembro, apresenta 1,169 das 9 às 14 horas, 1,52 das 14 às 17 horas, 1,6 das 17 às 23 horas e 0,4 das 23 às 9 horas. O período 4, de novembro a fevereiro, apresenta 1,6 das 10 às 17 horas e das 20 às 23 horas, 1,24 da tarifa atual das 17 às 20 horas e 0,4 das 23 às 10 horas.

TABELA 138 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
1	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
2	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
3	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
4	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
5	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
6	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
7	0,4000	0,9850	0,9850	0,9850	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
8	0,4000	0,9850	0,9850	0,9850	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
9	0,4000	0,9850	0,9850	0,9850	1,3400	1,3400	1,3400	1,1690	1,1690	1,1690	0,4000	0,4000
10	1,6000	0,9850	0,9850	0,9850	1,3400	1,3400	1,3400	1,1690	1,1690	1,1690	1,6000	1,6000
11	1,6000	0,9850	0,9850	0,9850	1,3400	1,3400	1,3400	1,1690	1,1690	1,1690	1,6000	1,6000
12	1,6000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2900	1,2900	1,2900	1,1690	1,1690	1,1690	1,6000	1,6000
13	1,6000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2900	1,2900	1,2900	1,1690	1,1690	1,1690	1,6000	1,6000
14	1,6000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2900	1,2900	1,2900	1,5200	1,5200	1,5200	1,6000	1,6000
15	1,6000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2900	1,2900	1,2900	1,5200	1,5200	1,5200	1,6000	1,6000
16	1,6000	1,2400	1,2400	1,2400	1,2900	1,2900	1,2900	1,5200	1,5200	1,5200	1,6000	1,6000
17	1,2400	1,6000	1,6000	1,6000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6000	1,6000	1,6000	1,2400	1,2400
18	1,2400	1,6000	1,6000	1,6000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6000	1,6000	1,6000	1,2400	1,2400
19	1,2400	1,6000	1,6000	1,6000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6000	1,6000	1,6000	1,2400	1,2400
20	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
21	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
22	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5800	1,5800	1,5800	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
23	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 139 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 70% da tarifa, com no máximo 5 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, utiliza 1,17 da tarifa atual das 9 às 13 horas, 1,45 das 13 às 16 horas, 1,65 das 16 às 23 horas e 0,3 das 23 às 9 horas. O período 2, de junho a setembro, apresenta 1,36 da tarifa atual das 9 às 12 horas, 1,42 das 12 às 16 horas, 1,6 das 16 às 23 horas e 0,3 das 23 às 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 1,32 das 9 às 12 horas, 1,55 das 12 às 23 horas e 0,3 das 23 às 9 horas. O período 4, de dezembro a março, apresenta 1,55 as 10 às 13 horas, 1,6 das 13 às 18 horas, 1,7 das 18 às 23 horas e 0,3 das 23 às 10 horas.

TABELA 139 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	0,3000	0,3000	1,1700	1,1700	1,1700	1,3600	1,3600	1,3600	1,3200	1,3200	1,3200	0,3000
10	1,5500	1,5500	1,1700	1,1700	1,1700	1,3600	1,3600	1,3600	1,3200	1,3200	1,3200	1,5500
11	1,5500	1,5500	1,1700	1,1700	1,1700	1,3600	1,3600	1,3600	1,3200	1,3200	1,3200	1,5500
12	1,5500	1,5500	1,1700	1,1700	1,1700	1,4200	1,4200	1,4200	1,5500	1,5500	1,5500	1,5500
13	1,6000	1,6000	1,4500	1,4500	1,4500	1,4200	1,4200	1,4200	1,5500	1,5500	1,5500	1,6000
14	1,6000	1,6000	1,4500	1,4500	1,4500	1,4200	1,4200	1,4200	1,5500	1,5500	1,5500	1,6000
15	1,6000	1,6000	1,4500	1,4500	1,4500	1,4200	1,4200	1,4200	1,5500	1,5500	1,5500	1,6000
16	1,6000	1,6000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,6000
17	1,6000	1,6000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,6000
18	1,7000	1,7000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,7000
19	1,7000	1,7000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,7000
20	1,7000	1,7000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,7000
21	1,7000	1,7000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,7000
22	1,7000	1,7000	1,6500	1,6500	1,6500	1,6000	1,6000	1,6000	1,5500	1,5500	1,5500	1,7000
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 80% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 5 bandeiras, conforme Tabela 140, obtivemos o período 1, de março a junho, composto por 4 bandeiras, o período 2, de junho a setembro, composto por 3 bandeiras, o período 3, de setembro a dezembro, composto por 5 bandeiras e o período 4, de dezembro a março, composto por 4 bandeiras. O período 1 apresenta 1,3705 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,4242 das 11 às 14 horas e das 20 às 23 horas, 1,5305 das 14 às 20 horas e 0,2 das 23 às 8 horas. O período 2 apresenta 1,1537 da tarifa atual das 9 às 13 horas, 1,8 das 13 às 23 horas e 0,2 das 23 às 9 horas. O período 3 utiliza 1,4242 da tarifa atual das 8 às 12 horas, 1,2537 das 12 às 16 horas, 1,7 das 16 às 21 horas, 0,9655 das 21 à 0 hora e 0,2 da tarifa atual da 0 hora às 8 horas. O período 4 utiliza 1,3305 das 8 às 11 horas e das 21 à 0 hora, 1,37 da tarifa atual das 11 às 14 horas, 1,469 das 14 às 20 horas e 0,2 da 0 hora às 8 horas.

TABELA 140 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 5 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
8	1,3305	1,3305	1,3705	1,3705	1,3705	0,2000	0,2000	0,2000	1,4242	1,4242	1,4242	1,3305
9	1,3305	1,3305	1,3705	1,3705	1,3705	1,1537	1,1537	1,1537	1,4242	1,4242	1,4242	1,3305
10	1,3305	1,3305	1,3705	1,3705	1,3705	1,1537	1,1537	1,1537	1,4242	1,4242	1,4242	1,3305
11	1,3705	1,3705	1,4242	1,4242	1,4242	1,1537	1,1537	1,1537	1,4242	1,4242	1,4242	1,3705
12	1,3705	1,3705	1,4242	1,4242	1,4242	1,1537	1,1537	1,1537	1,2537	1,2537	1,2537	1,3705
13	1,3705	1,3705	1,4242	1,4242	1,4242	1,8000	1,8000	1,8000	1,2537	1,2537	1,2537	1,3705
14	1,4690	1,4690	1,5305	1,5305	1,5305	1,8000	1,8000	1,8000	1,2537	1,2537	1,2537	1,4690
15	1,4690	1,4690	1,5305	1,5305	1,5305	1,8000	1,8000	1,8000	1,2537	1,2537	1,2537	1,4690
16	1,4690	1,4690	1,5305	1,5305	1,5305	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4690
17	1,4690	1,4690	1,5305	1,5305	1,5305	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4690
18	1,4690	1,4690	1,5305	1,5305	1,5305	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4690
19	1,4690	1,4690	1,5305	1,5305	1,5305	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4690
20	1,4690	1,4690	1,4242	1,4242	1,4242	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,4690
21	1,3305	1,3305	1,4242	1,4242	1,4242	1,8000	1,8000	1,8000	0,9655	0,9655	0,9655	1,3305
22	1,3305	1,3305	1,4242	1,4242	1,4242	1,8000	1,8000	1,8000	0,9655	0,9655	0,9655	1,3305
23	1,3305	1,3305	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,9655	0,9655	0,9655	1,3305

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 141 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 10% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de março a junho, utiliza 1,045 da tarifa vigente das 8 às 11 horas, 1,055 das 11 às 14 horas e das 20 às 23 horas, 1,07 das 14 às 20 horas e 0,9 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro, apresenta 1,0175 das 9 às 13 horas, 1,1 das 13 às 23 horas e 0,9 das 23 às 9 horas. O período 3, de setembro a dezembro, apresenta 1,055 das 8 às 12 horas, 1,02 das 12 às 16 horas, 1,09 das 16 às 21 horas, mantém a tarifa original das 21 à 0 hora e utiliza 0,9 da 0 hora às 8 horas. O período 4, de dezembro a março, utiliza 1,035 das 8 às 11 horas, 1,045 das 11 às 14 horas e das 21 à 0 hora, 1,06 das 14 às 21 horas e 0,9 da 0 hora às 8 horas.

TABELA 141 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 10%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
1	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
2	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
3	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
4	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
5	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
8	1,0350	1,0350	1,0450	1,0450	1,0450	0,9000	0,9000	0,9000	1,0550	1,0550	1,0550	1,0350
9	1,0350	1,0350	1,0450	1,0450	1,0450	1,0175	1,0175	1,0175	1,0550	1,0550	1,0550	1,0350
10	1,0350	1,0350	1,0450	1,0450	1,0450	1,0175	1,0175	1,0175	1,0550	1,0550	1,0550	1,0350
11	1,0450	1,0450	1,0550	1,0550	1,0550	1,0175	1,0175	1,0175	1,0550	1,0550	1,0550	1,0450
12	1,0450	1,0450	1,0550	1,0550	1,0550	1,0175	1,0175	1,0175	1,0200	1,0200	1,0200	1,0450
13	1,0450	1,0450	1,0550	1,0550	1,0550	1,1000	1,1000	1,1000	1,0200	1,0200	1,0200	1,0450
14	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,0200	1,0200	1,0200	1,0600
15	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,0200	1,0200	1,0200	1,0600
16	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0600
17	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0600
18	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0600
19	1,0600	1,0600	1,0700	1,0700	1,0700	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0600
20	1,0600	1,0600	1,0550	1,0550	1,0550	1,1000	1,1000	1,1000	1,0900	1,0900	1,0900	1,0600
21	1,0450	1,0450	1,0550	1,0550	1,0550	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0450
22	1,0450	1,0450	1,0550	1,0550	1,0550	1,1000	1,1000	1,1000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0450
23	1,0450	1,0450	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0450

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 20% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 142, obtivemos o período 1, de fevereiro a abril, composto por 6 bandeiras, o período 2, de maio a agosto, composto por 5 bandeiras, o período 3, de agosto a novembro, composto por 4 bandeiras e o período 4, de novembro a fevereiro, composto por 4 bandeiras. O período 1 apresenta 0,9978 da tarifa atual das 7 às 10 horas, 1,16 das 10 às 14 horas, 1,03 das 14 às 17 horas, 1,5 das 17 às 20 horas, 1,13 das 20 às 23 horas e 0,8 das 23 às 7 horas. O período 2 apresenta 1,1 da tarifa atual das 8 às 12 horas, 1,14 das 12 às 16 horas, 1,13 das 16 às 20 horas, 1,12 das 20 às 23 horas e 0,8 das 23 às 8 horas. O período 3 utiliza 1,03 das 8 às 14 horas, 1,2 das 14 às 19 horas, 1,15 das 19 às 23 horas e 0,8 das 23 às 8 horas. O período 4 apresenta 1,1 das 9 às 13 horas, 1,13 das 13 às 16 horas e das 19 à 0 hora, 1,12 das 16 às 19 horas e 0,8 da 0 hora às 9 horas.

TABELA 142 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 20%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
1	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
2	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
3	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
4	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
5	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
6	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
7	0,8000	0,9978	0,9978	0,9978	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
8	0,8000	0,9978	0,9978	0,9978	1,1000	1,1000	1,1000	1,0300	1,0300	1,0300	0,8000	0,8000
9	1,1000	0,9978	0,9978	0,9978	1,1000	1,1000	1,1000	1,0300	1,0300	1,0300	1,1000	1,1000
10	1,1000	1,1600	1,1600	1,1600	1,1000	1,1000	1,1000	1,0300	1,0300	1,0300	1,1000	1,1000
11	1,1000	1,1600	1,1600	1,1600	1,1000	1,1000	1,1000	1,0300	1,0300	1,0300	1,1000	1,1000
12	1,1000	1,1600	1,1600	1,1600	1,1400	1,1400	1,1400	1,0300	1,0300	1,0300	1,1000	1,1000
13	1,1300	1,1600	1,1600	1,1600	1,1400	1,1400	1,1400	1,0300	1,0300	1,0300	1,1300	1,1300
14	1,1300	1,0300	1,0300	1,0300	1,1400	1,1400	1,1400	1,2000	1,2000	1,2000	1,1300	1,1300
15	1,1300	1,0300	1,0300	1,0300	1,1400	1,1400	1,1400	1,2000	1,2000	1,2000	1,1300	1,1300
16	1,1200	1,0300	1,0300	1,0300	1,1300	1,1300	1,1300	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200	1,1200
17	1,1200	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300	1,1300	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200	1,1200
18	1,1200	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300	1,1300	1,2000	1,2000	1,2000	1,1200	1,1200
19	1,1400	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300	1,1300	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300
20	1,1400	1,1300	1,1300	1,1300	1,1200	1,1200	1,1200	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300
21	1,1400	1,1300	1,1300	1,1300	1,1200	1,1200	1,1200	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300
22	1,1400	1,1300	1,1300	1,1300	1,1200	1,1200	1,1200	1,1500	1,1500	1,1500	1,1300	1,1300
23	1,1400	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	1,1300	1,1300

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 30%, utilizando 4 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 143, o período 1, de janeiro a abril, composto por 3 bandeiras, utiliza 1,3 da tarifa atual das 10 às 15 horas e das 20 às 23 horas, 1,2 das 15 às 20 horas e 0,7 das 23 às 10 horas. O período 2, de abril a julho, composto por 4 bandeiras, apresenta 1,2 da tarifa atual das 10 às 13 horas, 1,2255 das 13 às 17 horas, 1,3 das 17 às 23 horas e 0,7 das 23 às 10 horas. O período 3, de julho a outubro, apresenta 0,92 da tarifa atual das 7 às 10 horas, 1,2255 das 10 às 13 horas e das 20 às 23 horas, 1,1 das 13 às 16 horas, 1,3 das 16 às 19 horas e 0,7 da tarifa atual das 23 às 7 horas. O período 4 utiliza 0,82 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,2 das 11 às 14 horas, 1,25 das 14 às 20 horas, 1,275 das 20 às 23 horas e 0,7 das 23 às 8 horas.

TABELA 143 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 30%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
1	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
2	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
3	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
4	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
5	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
6	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
7	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9200	0,9200	0,9200	0,7000	0,7000	0,7000
8	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9200	0,9200	0,9200	0,8200	0,8200	0,8200
9	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,9200	0,9200	0,9200	0,8200	0,8200	0,8200
10	1,3000	1,3000	1,3000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2255	1,2255	1,2255	0,8200	0,8200	0,8200
11	1,3000	1,3000	1,3000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2255	1,2255	1,2255	1,2000	1,2000	1,2000
12	1,3000	1,3000	1,3000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2255	1,2255	1,2255	1,2000	1,2000	1,2000
13	1,3000	1,3000	1,3000	1,2255	1,2255	1,2255	1,1000	1,1000	1,1000	1,2000	1,2000	1,2000
14	1,3000	1,3000	1,3000	1,2255	1,2255	1,2255	1,1000	1,1000	1,1000	1,2500	1,2500	1,2500
15	1,2000	1,2000	1,2000	1,2255	1,2255	1,2255	1,1000	1,1000	1,1000	1,2500	1,2500	1,2500
16	1,2000	1,2000	1,2000	1,2255	1,2255	1,2255	1,3000	1,3000	1,3000	1,2500	1,2500	1,2500
17	1,2000	1,2000	1,2000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2500	1,2500	1,2500
18	1,2000	1,2000	1,2000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2500	1,2500	1,2500
19	1,2000	1,2000	1,2000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2500	1,2500	1,2500
20	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2255	1,2255	1,2255	1,2750	1,2750	1,2750
21	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2255	1,2255	1,2255	1,2750	1,2750	1,2750
22	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,3000	1,2255	1,2255	1,2255	1,2750	1,2750	1,2750
23	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 144 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 40% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a maio, utiliza 0,9710 da tarifa vigente das 8 às 11 horas, 1,4 das 11 às 15 horas e das 18 às 23 horas, 1,2655 das 15 às 18 horas e 0,6 das 23 às 8 horas. O período 2, de maio a agosto, apresenta 0,8654 da tarifa atual das 7 às 10 horas, 1,1355 das 10 às 13 horas, 1,2727 das 13 às 23 horas e 0,6 das 23 às 7 horas. O período 3, de agosto a novembro, apresenta 1,2307 das 9 às 13 horas, 1,2727 das 13 às 19 horas, 1,4 das 19 às 23 horas e 0,6 das 23 às 9 horas. O período 4, de novembro a fevereiro, utiliza 0,9710 da tarifa atual das 8 às 11 horas, 1,171 das 11 às 14 horas e das 21 à 0 hora, 1,2662 das 14 às 21 horas e 0,6 da 0 hora às 8 horas.

TABELA 144 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 40%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
2	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
3	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
4	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
5	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
6	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
7	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,8654	0,8654	0,8654	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
8	0,9710	0,9710	0,9710	0,9710	0,8654	0,8654	0,8654	0,6000	0,6000	0,6000	0,9710	0,9710
9	0,9710	0,9710	0,9710	0,9710	0,8654	0,8654	0,8654	1,2307	1,2307	1,2307	0,9710	0,9710
10	0,9710	0,9710	0,9710	0,9710	1,1355	1,1355	1,1355	1,2307	1,2307	1,2307	0,9710	0,9710
11	1,1710	1,4000	1,4000	1,4000	1,1355	1,1355	1,1355	1,2307	1,2307	1,2307	1,1710	1,1710
12	1,1710	1,4000	1,4000	1,4000	1,1355	1,1355	1,1355	1,2307	1,2307	1,2307	1,1710	1,1710
13	1,1710	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,1710	1,1710
14	1,2662	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2662	1,2662
15	1,2662	1,2655	1,2655	1,2655	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2662	1,2662
16	1,2662	1,2655	1,2655	1,2655	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2662	1,2662
17	1,2662	1,2655	1,2655	1,2655	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2662	1,2662
18	1,2662	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2727	1,2662	1,2662
19	1,2662	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,4000	1,4000	1,4000	1,2662	1,2662
20	1,2662	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,4000	1,4000	1,4000	1,2662	1,2662
21	1,1710	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,4000	1,4000	1,4000	1,1710	1,1710
22	1,1710	1,4000	1,4000	1,4000	1,2727	1,2727	1,2727	1,4000	1,4000	1,4000	1,1710	1,1710
23	1,1710	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,1710	1,1710

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 50% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 145, obtivemos o período 1, de março a junho, composto por 5 bandeiras, o período 2, de junho a setembro, composto por 5 bandeiras, o período 3, de setembro a dezembro, composto por 5 bandeiras e o período 4, de dezembro a março, também composto por 5 bandeiras. O período 1 mantém a tarifa atual das 7 às 10 horas, utiliza 1,2325 da tarifa atual das 10 às 16 horas, 1,4 das 16 às 20 horas, 1,3 das 20 às 23 horas e 0,5 das 23 às 7 horas. O período 2 apresenta 1,2 da tarifa atual das 9 às 12 horas, 1,35 das 12 às 16 horas, 1,5 das 16 às 20 horas, 1,4 das 20 às 23 horas e 0,5 das 23 às 9 horas. O período 3 apresenta 1,2 das 8 às 12 horas, 1,2325 das 12 às 18 horas, 1,3 das 18 às 21 horas, 1,26 das 21 às 0 hora e 0,5 da 0 hora às 8 horas. O período 4 apresenta 1,26 da tarifa atual das 9 às 12 horas, 1,35 das 12 às 17 horas, 1,5 das 17 às 20 horas, 0,5 da zero hora às 9 horas e mantém a tarifa atual das 20 à 0 hora.

TABELA 145 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 50%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
1	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
2	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
3	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
4	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
5	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
6	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
7	0,5000	0,5000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
8	0,5000	0,5000	1,0000	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	1,2000	1,2000	1,2000	0,5000
9	1,2600	1,2600	1,0000	1,0000	1,0000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2600
10	1,2600	1,2600	1,2325	1,2325	1,2325	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2600
11	1,2600	1,2600	1,2325	1,2325	1,2325	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2000	1,2600
12	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500
13	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500
14	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500
15	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500	1,3500	1,3500	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500
16	1,3500	1,3500	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2325	1,2325	1,2325	1,3500
17	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2325	1,2325	1,2325	1,5000
18	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000
19	1,5000	1,5000	1,4000	1,4000	1,4000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000
20	1,5000	1,5000	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,3000	1,3000	1,3000	1,5000
21	1,0000	1,0000	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,3000	1,3000	1,3000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000
23	1,0000	1,0000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	1,2600	1,2600	1,2600	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma majoração/minoração da tarifa atual em 60%, utilizando 4 períodos com no máximo 6 bandeiras, obtemos, conforme Tabela 146, o período 1, de março a junho, mantém a tarifa original das 8 às 11 horas, utiliza 1,5 da tarifa original das 11 às 16 horas e das 19 às 23 horas, 1,28 das 16 às 19 e 0,4 das 23 às 8 horas. O período 2, de junho a setembro, mantém a tarifa original das 7 às 10 horas e das 21 à 0 hora, utiliza 1,32 da tarifa original das 10 às 14 horas, 1,28 das 14 às 17 horas, 1,6 das 17 às 21 horas e 0,4 da 0 hora às 7 horas. O período 3, de setembro a dezembro, utiliza 1,33 das 9 às 12 horas, 1,32 das 12 às 15 horas, 1,43 das 15 às 18 horas, 1,5 das 18 às 23 horas e 0,4 das 23 às 9 horas. O período 4, de dezembro a março, manteve a tarifa original em todos os horários.

TABELA 146 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 60%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
1	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
2	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
3	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
4	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
5	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
6	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
7	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,3300	1,3300	1,3300	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,3200	1,3200	1,3200	1,3300	1,3300	1,3300	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3200	1,3200	1,3200	1,3300	1,3300	1,3300	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,3200	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2800	1,2800	1,2800	1,3200	1,3200	1,3200	1,0000
15	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,2800	1,2800	1,2800	1,4300	1,4300	1,4300	1,0000
16	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,2800	1,4300	1,4300	1,4300	1,0000
17	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,4300	1,4300	1,4300	1,0000
18	1,0000	1,0000	1,2800	1,2800	1,2800	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
19	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,6000	1,6000	1,6000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000	1,0000	1,0000	1,5000	1,5000	1,5000	1,0000
23	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000	1,0000	1,0000	0,4000	0,4000	0,4000	1,0000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Na Tabela 147 é possível observar a divisão do ano em 4 períodos distintos para utilizar uma bandeira majorada/minorada em 70% da tarifa, com no máximo 6 bandeiras por período. O período 1, de fevereiro a maio, mantém a tarifa original das 8 às 11 horas, utiliza 1,32 das 11 às 14 horas, 1,57 das 14 às 23 horas e 0,3 das 23 às 8 horas. O período 2, de maio a agosto, apresenta 1,47 da atual das 9 às 12 horas, 1,41 das 12 às 15 horas, 1,54 das 15 às 23 horas e 0,3 das 23 às 9 horas. O período 3, de agosto a setembro, utiliza 1,37 das 10 às 13 horas, 1,61 das 13 às 17 horas, 1,7 das 17 às 23 horas e 0,3 das 23 às 10 horas. O período 4, de novembro a fevereiro, apresenta 1,41 das 9 às 12 horas, 1,54 das 12 às 23 horas e 0,3 das 23 às 9 horas.

TABELA 147 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 70%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
1	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
2	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
4	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
5	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
6	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
7	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
8	0,3000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
9	1,4100	1,0000	1,0000	1,0000	1,4700	1,4700	1,4700	0,3000	0,3000	0,3000	1,4100	1,4100
10	1,4100	1,0000	1,0000	1,0000	1,4700	1,4700	1,4700	1,3700	1,3700	1,3700	1,4100	1,4100
11	1,4100	1,3200	1,3200	1,3200	1,4700	1,4700	1,4700	1,3700	1,3700	1,3700	1,4100	1,4100
12	1,5400	1,3200	1,3200	1,3200	1,4100	1,4100	1,4100	1,3700	1,3700	1,3700	1,5400	1,5400
13	1,5400	1,3200	1,3200	1,3200	1,4100	1,4100	1,4100	1,6100	1,6100	1,6100	1,5400	1,5400
14	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,4100	1,4100	1,4100	1,6100	1,6100	1,6100	1,5400	1,5400
15	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,6100	1,6100	1,6100	1,5400	1,5400
16	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,6100	1,6100	1,6100	1,5400	1,5400
17	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,7000	1,7000	1,7000	1,5400	1,5400
18	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,7000	1,7000	1,7000	1,5400	1,5400
19	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,7000	1,7000	1,7000	1,5400	1,5400
20	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,7000	1,7000	1,7000	1,5400	1,5400
21	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,7000	1,7000	1,7000	1,5400	1,5400
22	1,5400	1,5700	1,5700	1,5700	1,5400	1,5400	1,5400	1,7000	1,7000	1,7000	1,5400	1,5400
23	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.

Para uma variação máxima e mínima de 80% da tarifa atual, com 4 períodos distintos no ano com no máximo 6 bandeiras, conforme Tabela 148, obtivemos o período 1, de janeiro a abril, composto por 4 bandeiras, o período 2, de abril a julho, composto por 5 bandeiras, o período 3, de julho a outubro, composto por 1 bandeira, o período 4, de outubro a janeiro, composto por 5 bandeiras. O período 1 apresenta 1,492 da tarifa atual das 9 às 14 horas, 1,44 das 14 às 18 horas, 1,8 das 18 às 23 horas e 0,2 das 23 às 9 horas. O período 2 mantém a tarifa original das 12 às 15 horas, utiliza 1,44 da tarifa original das 8 às 12 horas, 1,6 das 15 às 18, 1,7 das 18 às 23 horas e 0,2 das 23 às 8 horas. O período 3 mantém a tarifa original em todos os horários do dia. O período 4 utiliza 1,2 das 9 às 12 horas, 1,44 das 12 às 15 horas, 1,7 das 15 às 19 horas, 1,8 das 19 às 23 horas e 0,2 das 23 às 9 horas.

TABELA 148 - OTIMIZAÇÃO PARA 4 PERÍODOS, 6 BANDEIRAS E MAJORAÇÃO/MINORAÇÃO 80%.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
1	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
3	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
4	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
5	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
6	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
7	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
8	0,2000	0,2000	0,2000	1,4400	1,4400	1,4400	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000
9	1,4920	1,4920	1,4920	1,4400	1,4400	1,4400	1,0000	1,0000	1,0000	1,2000	1,2000	1,2000
10	1,4920	1,4920	1,4920	1,4400	1,4400	1,4400	1,0000	1,0000	1,0000	1,2000	1,2000	1,2000
11	1,4920	1,4920	1,4920	1,4400	1,4400	1,4400	1,0000	1,0000	1,0000	1,2000	1,2000	1,2000
12	1,4920	1,4920	1,4920	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4400	1,4400	1,4400
13	1,4920	1,4920	1,4920	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4400	1,4400	1,4400
14	1,4400	1,4400	1,4400	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,4400	1,4400	1,4400
15	1,4400	1,4400	1,4400	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000
16	1,4400	1,4400	1,4400	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000
17	1,4400	1,4400	1,4400	1,6000	1,6000	1,6000	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000
18	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,7000	1,7000	1,7000
19	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,8000	1,8000	1,8000
20	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,8000	1,8000	1,8000
21	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,8000	1,8000	1,8000
22	1,8000	1,8000	1,8000	1,7000	1,7000	1,7000	1,0000	1,0000	1,0000	1,8000	1,8000	1,8000
23	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000

Fonte: Própria, através de simulação com algoritmos genéticos.