

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

BEATRIZ SILVA COSTA

**AVALIAÇÃO OPERACIONAL DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA USANDO MÉTRICAS DE RESILIÊNCIA**

**Ilha Solteira
2023**

BEATRIZ SILVA COSTA

**AVALIAÇÃO OPERACIONAL DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA USANDO MÉTRICAS DE RESILIÊNCIA**

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

Nome do orientador
Prof. Dr. Jonatas Boas Leite.

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Costa, Beatriz Silva.
C837a Avaliação operacional das redes de distribuição de energia elétrica usando métricas de resiliência / Beatriz Silva Costa. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
58 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Jonatas Boas Leite

Inclui bibliografia

1. Distribuição de energia elétrica. 2. Métricas de resiliência. 3. Avaliação operacional. 4. Ferramenta de visualização. 5. Programação.


Amanda Sertori dos Santos
Bibliotecária - CRB/6-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aos dezoito dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três, a discente **Beatriz Silva Costa**, matriculada sob o nº 161051782, tendo como banca examinadora o seu orientador, o Prof. Dr. Jonatas Boas Leite, o Pós-Doutorando Mario Andres Mejia Alzate e o Doutorando Wilson Enrique Chumbi Quito, apresentou o Trabalho de Graduação intitulado "**Avaliação Operacional das Redes de Distribuição de Energia Elétrica usando Métricas de Resiliência**", obtendo a nota 9,0 (NOVE) e conceito APROVADO.


Prof. Dr. Jonatas Boas Leite

- Orientador -


Beatriz Silva Costa

Beatriz Silva Costa

- Discente -


Mario Andrés Mejía A.

Pós-Doutorando Mario Andres Mejia Alzate

- Membro da Banca -


Doutorando Wilson Enrique Chumbi Quito

- Membro da Banca -

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de graduação a todos que de alguma forma contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional: minha família, meu namorado, minhas amigas, meus colegas de trabalho e ao meu orientador.

RESUMO

Este trabalho propõe um método de análise para estimar investimentos em melhorias do sistema de distribuição com base na resiliência. Além do custo total da energia não suprida, a métrica de avaliação da resiliência é obtida para vários cenários de interrupção. Isso permite a modelagem de cenários de vulnerabilidade para eventos de alto impacto e baixa probabilidade, que são inerentemente não determinísticos. Considerando o valor em risco como uma métrica baseada em risco, que avalia a resiliência como o custo máximo de energia não suprida para a interrupção, além de um limite de risco predeterminado, α . A mitigação dos riscos pode ser alcançada reduzindo a vulnerabilidade da rede de distribuição usando técnicas modernas da rede inteligente, o que pode aumentar a resiliência operacional da rede. Assim, a rede de distribuição pode ser reavaliada através de uma ferramenta de visualização com base no sistema de informação geográfica que dá cores diferentes a cada nível de risco na representação gráfica dos alimentadores. A ferramenta de visualização com mapas de calor é proposta e implementada neste trabalho de graduação. Dessa forma, são determinados os valores em risco, e risco esperado, para quatro alimentadores reais cujos mapas de calor são comparados para diferentes limites. Os resultados mostram a eficácia do método proposto no suporte aos operadores da rede de distribuição na tomada de decisões de investimento para melhorar a resiliência do sistema.

Palavras-chave: Distribuição de Energia Elétrica, Métricas de Resiliência, Avaliação Operacional, Ferramenta de Visualização, Programação.

ABSTRACT

This work proposes an analysis method to estimate investments in distribution system improvements based on resilience. In addition to the total cost of unsupplied energy, resilience assessment metrics are obtained for various outage scenarios. This enables the modeling of vulnerability scenarios for high-impact, low-probability events, which are inherently non-deterministic. Considering value at risk as a risk-based metric, which evaluates resilience as the maximum cost of energy not supplied to the outage, beyond a predetermined risk threshold, α . Risk mitigation can be achieved by reducing the vulnerability of the distribution network using modern smart grid techniques, which can increase the operational resilience of the network. Thus, the distribution network can be reassessed using a visualization tool based on the geographic information system that gives different colors to each risk level in the graphical representation of the feeders. The visualization tool with heat maps is proposed and implemented in this undergraduate work. In this way, the values at risk, and expected risk, are determined for four real feeders whose heat maps are compared for different limits. The results show the effectiveness of the proposed method in supporting distribution network operators in making investment decisions to improve system resilience.

Keywords: Electric Power Distribution, Resilience Metrics, Operational Assessment, Visualization Tool, Programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Sistema de distribuição de energia elétrica.....	16
Figura 2	- Representação dos alimentadores na imagem de visualização....	18
Figura 3	- Fluxograma de geração de mapas de cores das redes de distribuição de energia elétrica usando métricas de resiliência.....	19
Figura 4	- Alimentadores analisados.....	24
Figura 5	- Histograma de alimentadores por custo de energia.....	25
Figura 6	- Mapa alimentadores, VaR com $\alpha = 5\%$	28
Figura 7	- Mapa alimentadores, VaR com $\alpha = 10\%$	29
Figura 8	- Mapa alimentadores, $CVaR$ com $\alpha = 5\%$	29
Figura 9	- Mapa alimentadores, $CVaR$ com $\alpha = 10\%$	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Valores mín., méd. e máx. dos dados dos alimentadores (FDR)....	25
Tabela 2	- Custos da ENS superiores ao $\alpha = 5\%$ nos alimentadores.....	26
Tabela 3	- Custos da ENS superiores ao $\alpha = 10\%$ nos alimentadores.....	27
Tabela 4	- Valores de VaR e $CVaR$ com $\alpha = 5\%$	27
Tabela 5	- Valores de VaR e $CVaR$ com $\alpha = 10\%$	28

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

HILP	<i>High Impact and Low Probability</i>
DRM	<i>Demand Response Management</i>
FLISR	<i>Fault Location, Isolation and Service Restoration</i>
GIS	<i>Geometric Information System</i>
PDF	<i>Probability Distribution Function</i>
CDF	<i>Cumulative Distribution Function</i>
TP	<i>Topology Processor</i>
DER	<i>Distributed Energy Resources</i>
CIM	<i>Common Information Model</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

C_{net}^{ENS} Custo da energia não suprida na rede

α Nível de confiança

VaR Risco monetário

$CVaR$ Risco monetário condicional

I Evento de interrupção

p Probabilidade

ζ Limite do intervalo

ψ Função de custo

G Grafo simples

V Conjunto de vértices

E Conjunto de arestas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Objetivos.....	14
1.2	Organização do Trabalho.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica.....	16
2.1.1	Geração.....	16
2.1.2	Transmissão.....	17
2.1.3	Distribuição.....	17
2.1.4	Alimentadores.....	18
3	METODOLOGIA.....	19
3.1	Métricas de avaliação de resiliência: definições.....	19
3.2	Análise de topologia	21
3.3	Algoritmos de busca em grafos.....	21
3.4	Interface do usuário e integração do DMS ao GIS.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5	CONCLUSÃO.....	32
6	REFERÊNCIAS.....	33
	ANEXO A – Dados de consumo dos alimentadores.....	35

1 INTRODUÇÃO

O sistema de energia é uma infraestrutura crucial que sustenta o crescimento econômico e o bem-estar dos países. Os componentes de geração, transmissão, distribuição e consumo do sistema de energia estão continuamente expostos a ameaças ambientais e humanas, que podem causar danos graves e imprevisíveis. Devido à natureza não identificável, não evitável e não previsível de certos tipos de riscos, é crucial melhorar a resiliência do sistema de energia em sua infraestrutura (WANG et al, 2019).

Um dos benefícios mais significativos de um gerenciamento proativo de interrupções é a capacidade de identificar potenciais vulnerabilidades no sistema e desenvolver estratégias para mitigá-las (LEITE et al., 2017). Devido à raridade de eventos de alto impacto e baixa probabilidade, do Inglês *high-impact low-probability* (HILP), é mais difícil se preparar e reagir a tais eventos em comparação com interrupções mais frequentes.

Portanto, uma medida quantitativa é necessária para simular as consequências de prováveis eventos HILP na rede e avaliar o papel de várias estratégias alternativas no aumento da resiliência operacional da rede (PANTELI & MANCARELLA, 2015). Várias técnicas para quantificar a resiliência da rede elétrica tem sido desenvolvidas em pesquisas relacionadas.

Em (POUDEL et al., 2020), foi introduzido uma estrutura quantitativa de flexibilidade, que pode ajudar a comparar a melhoria da flexibilidade da rede de distribuição de eletricidade devido a medidas alternativas de planejamento. A estratégia de tomada de decisão baseada em risco avalia a probabilidade de ocorrências adversas sob as vulnerabilidades dos sistemas-alvo (LEITE & KEZUNOVIC, 2020).

O gerenciamento de resposta à demanda, do Inglês *demand response management* (DRM), ajusta o consumo do cliente durante os horários de pico nas redes de distribuição elétrica por meio de incentivos de preços ou controle direto do dispositivo (LEZAMA et al., 2020). A tecnologia de localização, isolamento e restauração de serviço, do Inglês *fault location, isolation and service restoration*

(FLISR), localiza e isola rapidamente faltas em sistemas de distribuição e restaura a eletricidade (LI et al., 2021).

A incorporação do DRM no FLISR pode melhorar o método de restauração, aumentando a rapidez e a precisão da identificação das faltas, o que pode resultar em uma restauração de energia mais rápida. Em combinação com o FLISR, o DRM pode gerenciar diretamente os dispositivos do consumidor para controlar a demanda durante a restauração. Essas tecnologias podem desligar temporariamente ou minimizar o uso de energia de equipamentos como condicionadores de ar e aquecedores de água. Assim, as concessionárias podem restringir a demanda para evitar a sobrecarga do sistema durante a restauração (LE et al., 2018).

A integração do FLISR e DRM não é um processo trivial e requer o uso de modernas tecnologias da rede inteligente. Dentre as novas ferramentas disponíveis, há os mapas de calor que auxiliam os operadores das redes de distribuição na tomada de decisão. Esses mapas exigem o cálculo de alguma métrica para quantificar os alimentadores de distribuição.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho de graduação propõe o uso de métricas de resiliência na avaliação operacional das redes de distribuição. Dois critérios baseados em risco devem ser utilizados: o valor monetário em risco; e o valor condicional em risco para uma interrupção que exceda um limite de risco predefinido. Assim, a resiliência deve ser medida como o custo máximo e o custo potencial esperado.

No suporte à tomada de decisão, mapas de calor são então gerados usando ferramentas de visualização do sistema de gerenciamento da distribuição, do Inglês *distribution management system* (DMS), como a análise de topologia. Todos os modelos matemáticos e algoritmos de busca devem ser codificados usando uma linguagem de programação genérica, em particular o C# (C-sharp).

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A abordagem de elaboração deste trabalho foi desenvolvida em 5 capítulos: Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Resultados e Discussões e Conclusão.

No primeiro capítulo, é introduzido o tema do trabalho de graduação tratando as justificativas do porquê utilizar as métricas de resiliência para avaliação de distribuição da rede e como pretende-se fazê-la.

No segundo capítulo, é dada uma profundidade nos conceitos abordados no trabalho: como é realizado a distribuição de energia no Brasil e a importância dos dispositivos de segurança nos alimentadores.

No terceiro capítulo, aborda-se a metodologia de cálculo das métricas utilizadas neste trabalho de graduação, definindo-as e explorando suas funções matemáticas. Também se exploram as ferramentas a serem utilizadas para geração dos resultados.

No quarto capítulo, foi mostrado como os resultados são obtidos a partir da aplicação das métricas para avaliação da resiliência das redes de distribuição. Através de discussão das figuras e tabelas é debatido os resultados obtidos.

E por fim, no último capítulo, foi percorrido a importância do método de resiliência apresentado e a conclusão do trabalho.

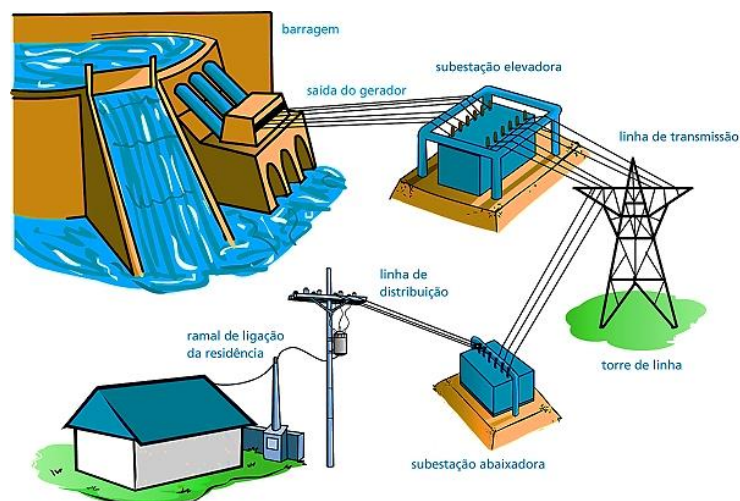
2 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com as estruturas do fornecimento de energia no Brasil, se é necessário abordar o sistema de distribuição de energia para compreensão e implementação das métricas de resiliência que consiste na visualização de imagem da topografia do relevo indicando os alimentadores em análise (modelo de vulnerabilidade).

2.1 Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica

Para que a energia elétrica seja distribuída para a população, são necessárias três etapas: geração; transmissão; e distribuição. A partir da geração de energia, ela é transportada para uma subestação que eleva a voltagem da eletricidade para que a mesma possa ser transmitida em grandes distâncias sem que haja grandes perdas. Em seguida, a energia é transmitida para uma subestação que a transforma em energia em baixa voltagem para assim serem distribuídas através de alimentadores para o consumidor final.

Figura 1 – Sistema de distribuição de energia elétrica



Fonte: (MATTEDE, 2023)

2.1.1 Geração

A energia elétrica é produzida a partir de usinas geradoras. No Brasil, a maior parte da energia elétrica é gerada através de hidroelétricas. As termoeletricas

existentes no Brasil utilizam combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, gás), combustíveis não fósseis (madeira, bagaço de cana etc.) ou combustível nuclear (urânio enriquecido) (SOUZA et al, 2003).

Toda a energia gerada para atender a um sistema elétrico, o é sob a forma trifásica alternada, tendo sido fixada a frequência de 60 ciclos/segundo (Hertz), para uso em todo o território brasileiro (SOUZA et al, 2003).

2.1.2 Transmissão

A transmissão significa o transporte da energia elétrica gerada até os centros consumidores. Este transporte é realizado pelas linhas de transmissão de energia elétrica (SOUZA et al, 2003). Para que esta transmissão seja economicamente viável, a tensão gerada nos geradores trifásicos de corrente alternada, normalmente em 13,8 KV, deve ser elevada a valores padronizados em função da potência a ser transmitida e das distâncias aos centros consumidores (SOUZA et al, 2003).

Devido ao fato de a transmissão ser realizada em níveis de tensão bastante elevados, deve-se ter, junto aos centros consumidores, uma subestação para abaixar a tensão para valores compatíveis com a distribuição dela (SOUZA et al, 2003).

2.1.3 Distribuição

O sistema de distribuição é a parte do sistema elétrico localizado dentro dos centros consumidores (cidades, bairros, indústrias etc.). A distribuição começa na subestação abaixadora onde a tensão de transmissão é reduzida para valores padronizados nas redes de distribuição primária, quais sejam: 34,5 kV (subtransmissão), 15 kV, 13,2 kV, 11 kV (SOUZA et al, 2003).

Entre as redes de distribuição primária e as de distribuição secundária existem outras subestações (transformadores) que reduzem as tensões para níveis de consumo baixa tensão. Os níveis da tensão fase-fase/fase-neutro podem ser: 380/220 V, 220/127 V, 220/110 V (SOUZA et al, 2003).

2.1.4 Alimentadores

O alimentador elétrico de distribuição é uma rede utilizada para fornecer energia elétrica a equipamentos e sistemas elétricos. Ele é responsável por transmitir a energia elétrica de uma fonte de alimentação para os dispositivos que necessitam dela. Os alimentadores elétricos são amplamente utilizados em diversas aplicações, desde residenciais até industriais, e desempenham um papel fundamental no fornecimento de energia de forma segura e eficiente.

Um alimentador é conectado a uma fonte de energia, como uma rede elétrica ou um gerador, e possui condutores que transportam a corrente elétrica até os dispositivos que serão alimentados. Os condutores são geralmente feitos de cobre ou alumínio, materiais que possuem alta condutividade elétrica. Além disso, o alimentador elétrico pode contar com dispositivos de proteção, como disjuntores e fusíveis, que garantem a segurança do sistema.

Portanto, caso ocorra algum evento na infraestrutura que gere um curto-circuito na rede elétrica, nos alimentadores são acionados esses sistemas de segurança prevenindo maiores acidentes e interrompendo a energia elétrica naquela região afetada. E por isso se faz necessário o estudo de métodos de resiliência para essas redes, melhorando o serviço de fornecimento de energia elétrica.

Na topografia de relevo, os alimentadores podem ser representados em linhas de espessura fina.

Figura 2 – Representação dos alimentadores na imagem de visualização.

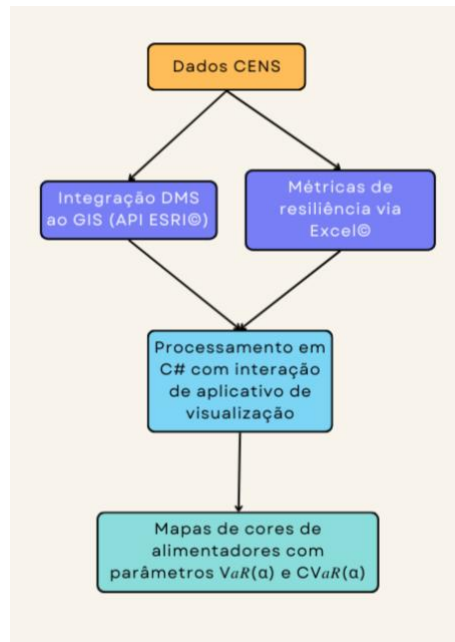


Fonte: Elaborado pela própria autora.

3 METODOLOGIA

Apresenta-se, primeiramente, a definição das métricas de resiliência. Além disso, descreve-se a ferramenta de análise de topologia, com suas principais funcionalidades. Na terceira parte são definidos os algoritmos de busca em grafos comumente utilizados na análise de topologia. A implementação e análise do aplicativo de visualização (utilizado a API ESRI© – ArcGis) para avaliação de risco são, portanto, detalhadas na parte final através da integração do sistema de informações geográficas, do Inglês *geographical information system* (GIS), e DMS. A seguir, é indicado no fluxograma como foi realizado o processo do trabalho.

Figura 3 - Fluxograma de geração de mapas de cores das redes de distribuição de energia elétrica usando métricas de resiliência



Fonte: Elaborado pela própria autora.

3.1. Métricas de Avaliação de Resiliência: Definições

A estrutura de monitoramento em que este trabalho se insere, é capaz de obter o custo da energia não suprida na rede, C_{net}^{ENS} (Kheirkhah, et al., 2023). Assim, é possível avaliar a resiliência do sistema usando medidas de valor em risco monetário (VaR_α) e valor em risco monetário condicional ($CVaR_\alpha$). Um evento de interrupção é representado por uma variável aleatória I com probabilidade $p(I)$ de ocorrer. VaR_α

representa o valor mínimo ζ tal que a perda não exceda ζ com probabilidade α (POUDEL et al., 2020).

Para avaliar a resiliência do sistema, o valor monetário da função de perda de desempenho do sistema, $C_{net}^{ENS}(I)$, é inicialmente estimado escolhendo aleatoriamente as ocorrências da função de distribuição de probabilidade, do inglês *probability density function* (PDF), do evento, $p(I)$. A PDF para $C_{net}^{ENS}(I)$ é calculada relacionando o custo de interrupção com a probabilidade de perda, ou seja, $p(I)$. Portanto, sob o impacto de um evento aleatório I , a probabilidade de que $C_{net}^{ENS}(I)$ não exceda um limite ζ é fornecida por (1).

$$\psi(\zeta) = \int_{C_{net}^{ENS}(I) \leq \zeta} p(I) dI \quad (1)$$

Assim, o comportamento do sistema para um evento aleatório I é definido pela função de distribuição cumulativa, do Inglês *cumulative distribution function* (CDF) para a função custo, denotada por ψ . Com relação a um determinado nível de probabilidade α no intervalo (0,1), o VaR_α é definido como em (2).

$$VaR_\alpha = \min \{ \zeta \in \mathbb{R} \mid \psi(\zeta) \geq \alpha \} \quad (2)$$

A análise econômica emprega $CVaR_\alpha$ conforme definido em (3). Essa é uma métrica de risco mais coerente do que o VaR_α isoladamente, pois estima a perda esperada além do limite do VaR_α para um nível de confiança especificado (α).

$$CVaR_\alpha = (1 - \alpha)^{-1} \int_{C_{net}^{ENS}(I) \leq VaR_\alpha} C_{net}^{ENS}(I) p(I) dI \quad (3)$$

Com nível de confiança $\alpha\%$, o $CVaR_\alpha$ para C_{net}^{ENS} é a média de todas as perdas que excedem o VaR_α , ponderadas por suas probabilidades. Ele reflete a perda projetada do pior cenário $\alpha\%$ e pode ser utilizado para gerenciamento de riscos e tomada de decisões.

3.2. Análise De Topologia

O processador de topologia, do Inglês *topology processor* (TP), é geralmente um processador de segundo plano que determina com precisão a topologia da rede de distribuição com base no modelo de conectividade estática e no *status* dinâmico dos dispositivos de comutação, e exibe a colorização do circuito alimentador, significando o *status* de energização, caminhos de fornecimento e assim por diante (EKANAYAKE et al., 2012).

Os dados de topologia são a base de muitos outros aplicativos DMS. Ele também é usado para oferecer suporte ao processamento inteligente de alarmes com base na estrutura da topologia. Em alguns casos, uma rede de distribuição pode ter cenários de operação em laço intencional. TP é responsável por determinar os circuitos em laço e fazer marcas especiais para destacá-los mediante solicitação dos operadores. Em geral, o aplicativo de TP pode realizar as seguintes funções:

- Localizar um elemento da rede de distribuição (por exemplo, transformador, seção) por nome ou ID;
- Determinar e destacar o *status* de energização dos elementos da rede;
- Localizar e destacar todos os elementos de rede à jusante de um elemento selecionado;
- Localizar e destacar alimentadores vizinhos de um alimentador selecionado que pode servir como um fornecimento alternativo para o alimentador;
- Localizar e destacar as partes do alimentador de distribuição que estão isoladas da rede elétrica da concessionária e estão sendo energizadas por micro redes ou recursos de energia distribuídos, do Inglês *distributed energy resource* (DER).

3.3. Algoritmos de Busca em Grafos

A rede de distribuição é composta por ramos e barras, os primeiros são equipamentos elétricos conectados em série como linhas, reguladores de tensão e chaves, similarmente, as barras são equipamentos em derivação como cargas, capacitores e geradores. Sendo um grafo simples $G = (V, E)$ composto por um conjunto V não vazio de vértices e um possível conjunto vazio E de arestas, em que cada aresta é um conjunto de dois vértices (DEO, 2017).

Assumindo as barras como vértices e ramos como arestas, uma rede de distribuição pode ser representada por um grafo. Dessa forma, a análise de topologia normalmente é realizada usando algoritmos de busca de grafos tais como o método de busca em profundidade, do Inglês, *depth-first search*, e em largura, do Inglês *breadth-first search* (EKANAYAKE et al., 2012).

3.4. Interface do Usuário e Integração do DMS ao GIS

Os operadores do sistema de distribuição devem interagir com o DMS por meio de estações de trabalho baseadas em computador pessoal alocados nos centros de controle do sistema. A interface de usuário do DMS deve permitir ao pessoal autorizado visualizar valores de dados medidos e calculados em tempo real, ou em tempo quase-real, e históricos para iniciar ações de controle e interagir com os aplicativos DMS. O DMS deve incluir uma variedade de tipos de exibição para suportar os requisitos de visualização dos aplicativos DMS.

Neste contexto, a integração do GIS com o DMS é fundamental na atual modelagem topológica de redes de distribuição para o estudo do mapeamento automático do diagrama de conexão elétrica. O diagrama de conexão elétrica unifilar não é apenas uma descrição abstrata das instalações e seu *layout* de interconexão da rede de distribuição, mas também uma simplificação do alimentador lançado ao longo do mapa geográfico. O mapeamento automático orientado ao diagrama unifilar de conexão elétrica exige uma reflexão clara das características da topologia e ligação elétrica principal da rede de distribuição suportando a descrição dinâmica da topologia e a reconstrução da topologia da rede para garantir o correto relacionamento topológico da rede de distribuição.

As definições esquemáticas gráficas podem ser incluídas no modelo de informação comum, do Inglês *common information model* (CIM), conforme definido pelo pacote de localização na parte 11 da norma IEC 61968, ou podem ser armazenadas em vários formatos proprietários. A parte 453 do IEC 61970 especifica diretrizes para a troca de definições de esquemas gráficos, enquanto a parte 556 especifica como trocar objetos gráficos baseados em CIM usando XML, que detalha como exibir um objeto. Portanto, a parte 556, através das definições de elementos gráficos do sistema de energia elétrica e identificação de cor com base no nível de

tensão (IEC 61970-556, 2016), é essencial na utilização do TP na interface integrada do DMS com GIS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para implementação das métricas de resiliência, foi utilizado os dados dos custos da energia do sistema de distribuição da rede elétrica da cidade de Guarujá, São Paulo, Brasil (Kheirkhah, et al., 2023). Ao total, foram 4 alimentadores analisados:

- 27350 (preto): 475 barramentos, 12,18 MVA, 5,6 km, 17 seções e 3 chaves de interligação;
- 30586 (azul): 414 barramentos, 16,46 MVA, 11,26 km, 9 seções e 5 chaves de interligação;
- 31986 (vermelho): 758 barramentos, 18,79 MVA, 18,48 km, 27 seções e 6 chaves de interligação;
- 33500 (verde): 576 barramentos, 12,40 MVA, 6,25 km, 12 seções e 6 chaves de interligação.

Figura 4 – Alimentadores analisados



Fonte: Elaborada pela própria autora.

Para calcular o valor em risco monetário (Var_{α}) e valor em risco monetário condicional ($CVaR_{\alpha}$), foram utilizados os dados dos custos de energia elétrica não suprida para um horizonte de um ano que estão presentes no Anexo A, tabelas 1, 2,

3 e 4. Na Tabela 1, é mostrado os valores mínimo, máximo e médio dos custos para cada alimentador em referência às tabelas mencionadas do Anexo A.

Tabela 1 – Valores mín., méd. e máx. dos dados dos alimentadores (FDR)

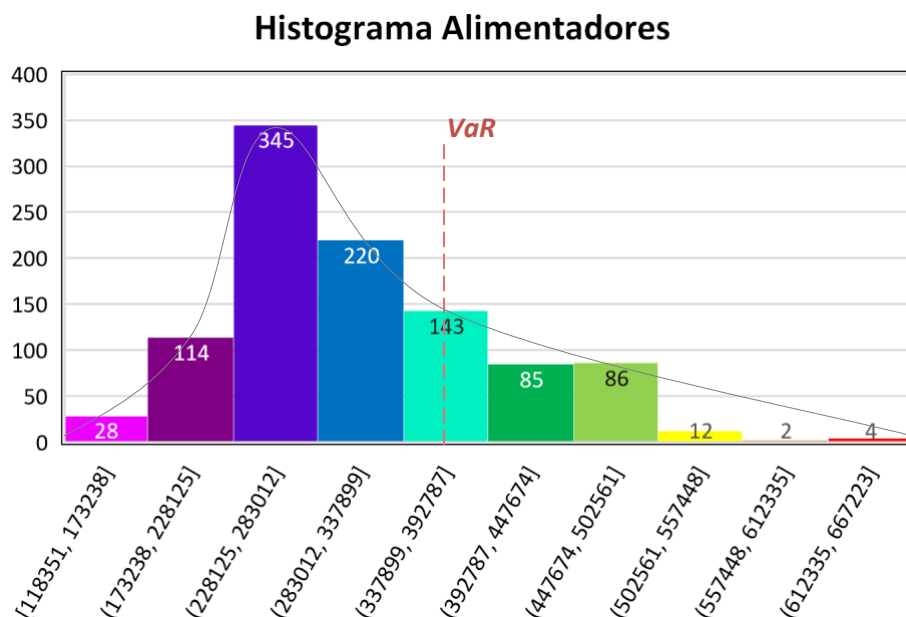
	FDR 27350	FDR 30586	FDR 31986	FDR 33500
Min	\$ 118.350,70	\$ 174.055,46	\$ 192.108,67	\$ 119.593,52
Méd	\$ 263.509,19	\$ 342.373,84	\$ 316.013,24	\$ 276.075,76
Máx	\$ 474.435,77	\$ 531.666,38	\$ 667.222,65	\$ 408.086,87

Fonte: Elaborada pela própria autora.

Adotou-se dois valores para α e como critério utilizou-se o valor padrão de cálculos de limites e uma margem maior para conseguirmos observar o comportamento dos alimentadores, sendo esses 5% e 10%, respectivamente. Possibilitou-se então o cálculo de 8 valores de risco monetário (VaR_α) e 8 valores em risco monetário condicional ($CVaR_\alpha$), sendo estes os 2 cenários para cada alimentador.

Através da ferramenta Microsoft Excel®, foi possível gerar o gráfico histograma do panorama geral dos custos da energia não suprida dos alimentadores, dando dados suficientes para encontrar os valores de VaR_α e consequentemente, de $CVaR_\alpha$.

Figura 5 – Histograma de alimentadores por custo de energia



Fonte: Elaborada pela própria autora.

Neste histograma, tem-se o eixo OX sendo representado pelos valores de custos de energias em 10 intervalos, e no eixo OY temos a quantidade de alimentadores para cada intervalo de custo. É possível perceber, através desse gráfico, que os valores mais altos do custo de energia estão localizados na região da direita do histograma, sendo eles também os mais raros já que possuem o menor número de ocorrências.

Essa região é caracterizada por estar os valores de risco por conta de sua criticidade e é através dessa região que se pode definir o valor de α de acordo com o comportamento do gráfico. Para cada alimentador, então, foi-se implementado no próprio Microsoft Excel®, um filtro que mostra a faixa de valores de custo para cada porcentagem.

Tabela 2 – Custos da ENS superiores ao $\alpha = 5\%$ nos alimentadores.

FDR 27350	FDR 30586	FDR 31986	FDR 33500
\$ 474.435,77	\$ 531.666,38	\$ 667.222,65	\$ 408.086,87
\$ 465.662,75	\$ 511.961,14	\$ 664.711,37	\$ 405.467,29
\$ 462.491,99	\$ 495.076,27	\$ 657.488,56	\$ 403.013,34
\$ 458.703,67	\$ 487.713,45	\$ 656.368,16	\$ 386.991,52
\$ 441.879,26	\$ 472.098,88	\$ 568.116,92	\$ 383.448,41
\$ 415.525,35	\$ 465.893,99	\$ 559.200,38	\$ 382.079,35
<u>\$ 409.771,73</u>	\$ 457.785,84	\$ 554.769,87	\$ 379.870,96
	\$ 457.482,14	\$ 552.122,36	<u>\$ 377.563,62</u>
	\$ 457.032,86	\$ 545.622,72	
	\$ 453.842,78	\$ 542.003,08	
	\$ 453.569,92	\$ 538.079,46	
	<u>\$ 453.178,11</u>	\$ 532.121,43	
		\$ 530.878,24	
		\$ 530.066,18	
		\$ 525.185,91	
		\$ 519.767,28	
		\$ 495.372,68	
		\$ 493.921,60	
		\$ 493.311,90	
		\$ 492.678,11	
		\$ 491.994,04	
		\$ 488.125,19	
		<u>\$ 487.158,01</u>	

Fonte: Elaborada pela própria autora.

Tabela 3 – Custos da ENS superiores ao $\alpha = 10\%$ nos alimentadores.

FDR 27350	FDR 30586	FDR 31986	FDR 33500
<u>\$ 409.771,73</u>	<u>\$ 453.178,11</u>	<u>\$ 487.158,01</u>	<u>\$ 377.563,62</u>
\$ 407.139,21	\$ 453.073,55	\$ 485.158,28	\$ 374.680,15
\$ 394.088,67	\$ 452.507,32	\$ 482.862,67	\$ 373.921,20
\$ 382.519,40	\$ 442.171,93	\$ 480.648,09	\$ 372.603,24
\$ 375.710,59	\$ 441.253,74	\$ 479.361,59	\$ 368.322,99
\$ 365.910,79	\$ 439.959,91	\$ 479.267,75	\$ 368.071,26
\$ 365.572,83	\$ 439.664,57	\$ 478.799,43	\$ 365.711,59
\$ 363.442,74	\$ 436.090,75	\$ 476.560,04	\$ 365.330,63
<u>\$ 363.291,93</u>	\$ 435.347,75	\$ 476.449,24	<u>\$ 363.254,57</u>
	\$ 433.875,91	\$ 475.883,06	
	\$ 433.277,23	\$ 474.494,67	
	\$ 432.522,30	\$ 472.999,18	
	\$ 430.173,89	\$ 471.172,85	
	<u>\$ 428.050,67</u>	\$ 471.050,19	
		\$ 470.076,60	
		\$ 469.515,34	
		\$ 469.334,51	
		\$ 469.050,82	
		\$ 468.898,38	
		\$ 468.757,44	
		\$ 468.544,20	
		\$ 468.420,36	
		\$ 467.646,40	
		\$ 467.539,29	
		<u>\$ 466.694,84</u>	

Fonte: Elaborada pela própria autora.

A partir do filtro, se pode obter através da Tabelas 2 o valor mínimo de risco ($VaR_{\alpha} = 5\%$), sendo ele o menor valor para cada alimentador, e o valor condicional ($CVaR_{\alpha} = 5\%$), sendo a média de todos os valores de cada alimentador, que são mostrados na Tabela 4. De forma análoga são obtidos os valores da Tabela 5 utilizando a Tabela 3.

Tabela 4 – Valores de VaR_{α} e $CVaR_{\alpha}$ com $\alpha = 5\%$

	FDR 27350	FDR 30586	FDR 31986	FDR 33500
VaR_{α} (\$)	409.771,73	453.178,11	487.158,01	377.563,62
$CVaR_{\alpha}$ (\$)	446.924,36	474.775,14	547.229,83	390.815,17

Fonte: Elaborada pela própria autora.

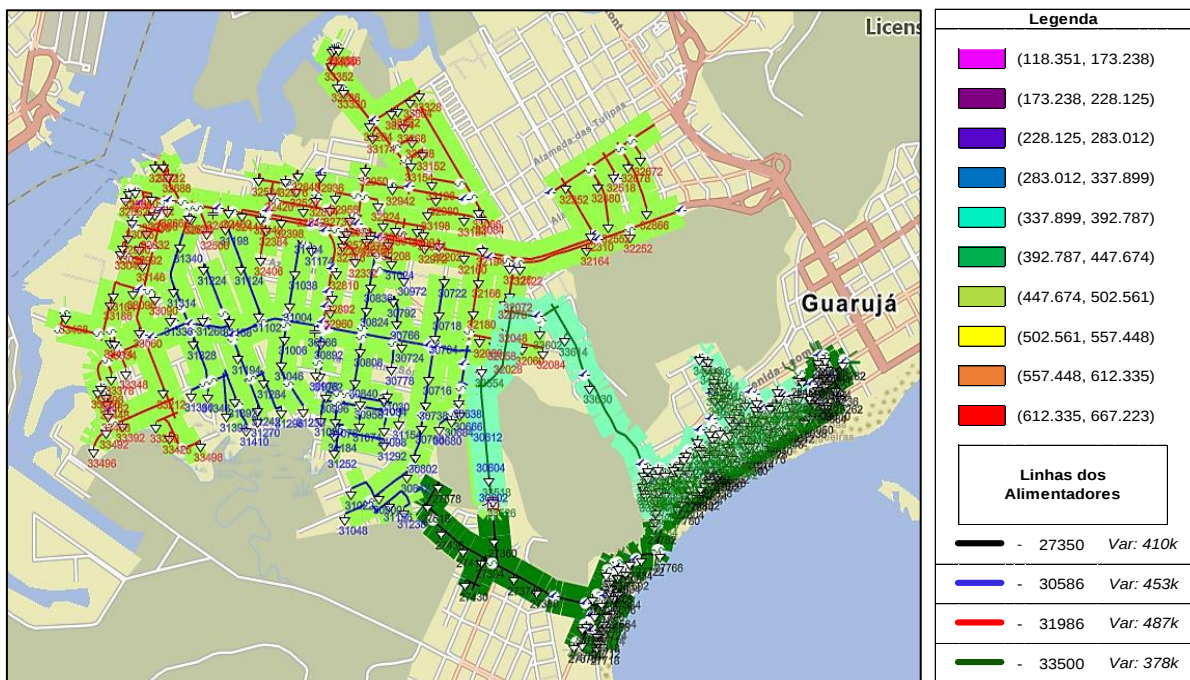
Tabela 5 – Valores de VaR_α e $CVaR_\alpha$ com $\alpha = 10\%$

	FDR 27350	FDR 30586	FDR 31986	FDR 33500
VaR (\$)	363.291,93	428.050,67	466.694,84	363.254,57
$CVaR$ (\$)	409.743,11	455.810,85	509.478,11	379.901,06

Fonte: Elaborada pela própria autora.

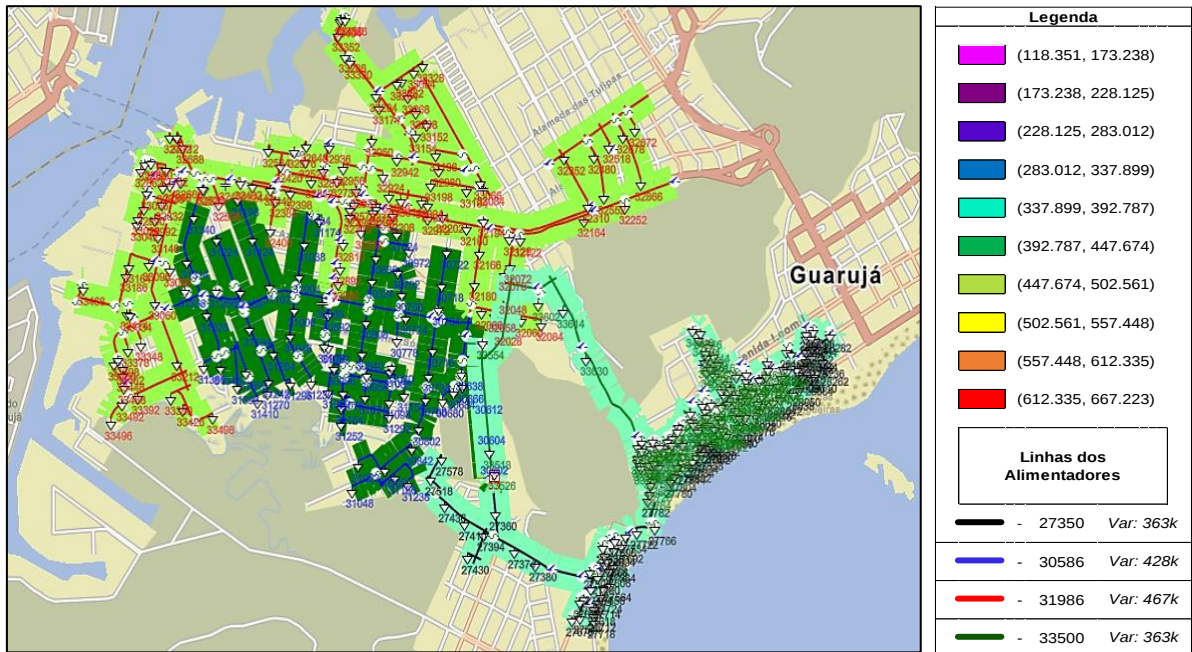
Obtendo então todos os valores de VaR_α e $CVaR_\alpha$, tem-se a análise correta de que quanto mais diminuimos a porcentagem de risco, a probabilidade $p(I)$ de um evento ocorrer é menor, tornando-se mais raro.

Com esses dados em mãos foi possível, através do software Microsoft Visual Studio®, utilizando a linguagem de programação C#, demonstrar de forma visual, através do mapa da cidade de Guarujá – SP, como esses alimentadores estavam se comportando de acordo com a porcentagem de risco estipulada. Como forma de sobressair o nível (intervalo de custo) que cada alimentador se encontrava, foi implementado no código uma nova camada no mapa com uma linha embaixo da linha do alimentador, porém com maior largura e com as cores de acordo ao estabelecido no histograma (Fig.4), como mostrado na Figura 5.

Figura 6 – Mapa alimentadores, VaR com $\alpha = 5\%$ 

Fonte: Elaborado pela própria autora.

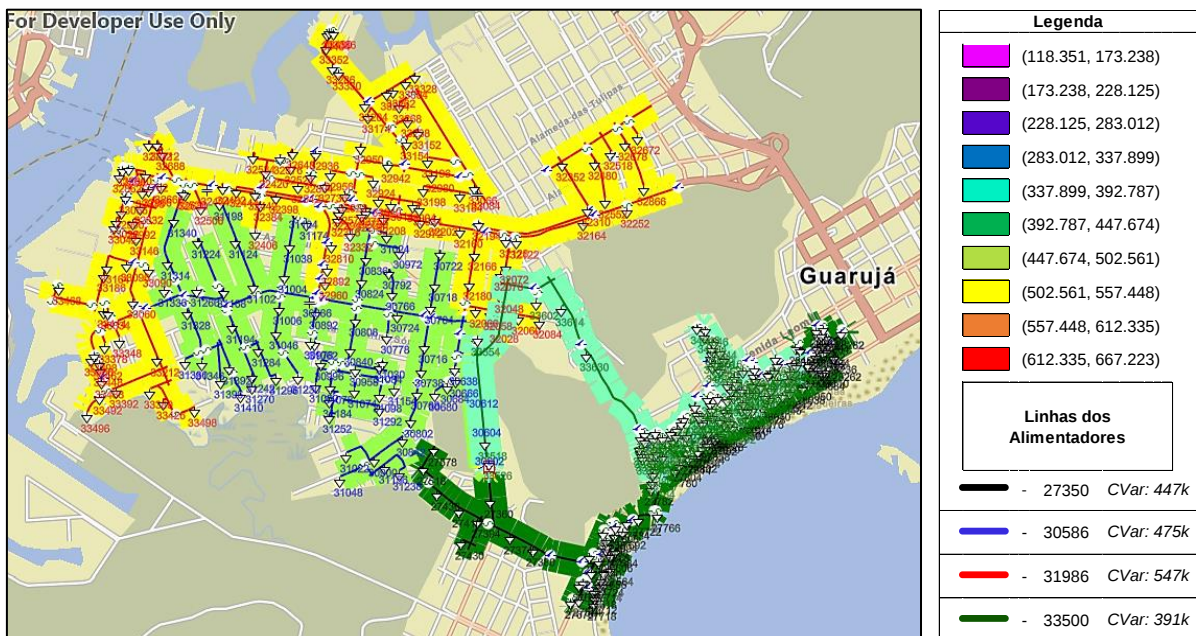
Figura 7 – Mapa alimentadores, ***VaR*** com $\alpha = 10\%$



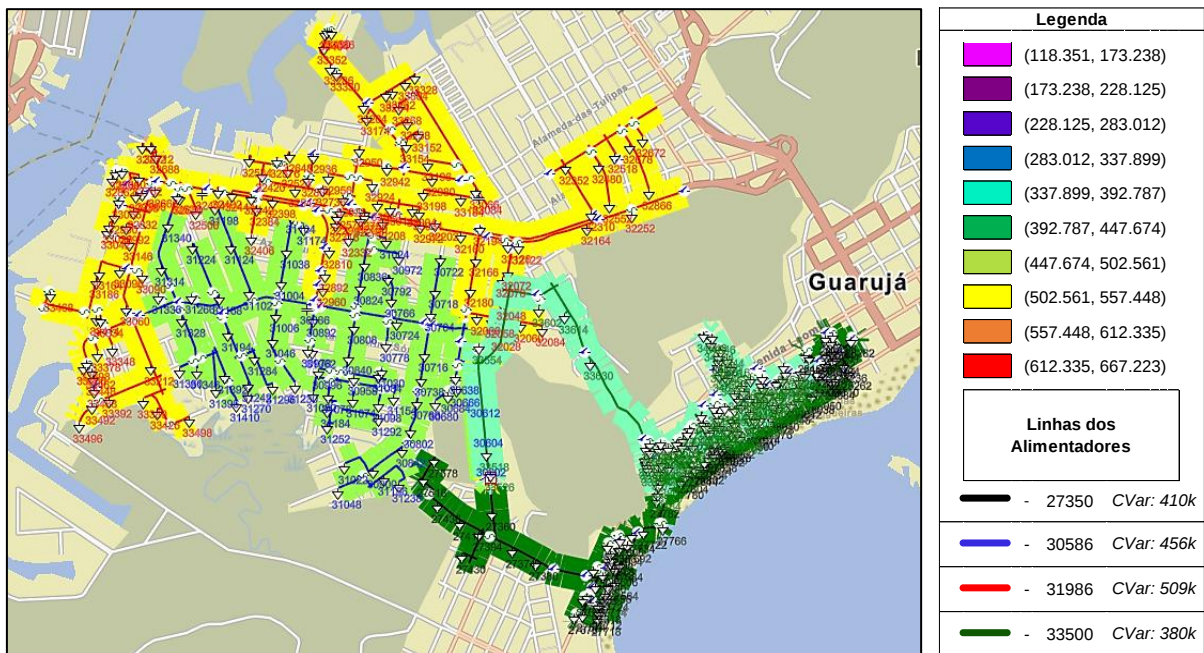
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Observa-se que através dos mapas das Figuras 5 e 6, é possível perceber nos alimentadores 27350 e 30586, para $\alpha = 10\%$, os valores de ***VaR*** diminuem à ponto que intervalo de custo modifica, indo para níveis menos críticos. Isso porque a quantidade de valores da faixa dos 10% aumenta, obtendo valores de custos menores.

Figura 8 – Mapa alimentadores, ***CVaR*** com $\alpha = 5\%$



Fonte: Elaborada pela própria autora.

Figura 9 – Mapa alimentadores, **CVaR** com $\alpha = 10\%$ 

Fonte: Elaborada pela própria autora.

Por outro lado, para os valores de **CVaR** $_{\alpha}$, não há mudança visível nos níveis de criticidade pois todos os alimentadores continuam com as mesmas cores para cada valor de α utilizado. Isso aconteceu porque, de acordo com as Tabelas 4 e 5, assim como os valores **VaR** que diminuíram sua criticidade, os valores de **CVaR** $_{\alpha}$ também diminuíram, porém não a ponto de trocar o seu nível de cor adotado pelo histograma (Fig. 4).

Percebe-se que um dos alimentadores que mudaram seu nível de criticidade em valores **VaR** na Fig. 6 (FDR 27350), é um dos mais que diminuíram seu custo em **CVaR** na Tabela 4 – cerca de \$ 40 mil de diferença. Entretanto, tais valores estão perto dos limites do intervalo de cores pré-definidos no histograma (Fig.4), sendo para o alimentador 27350 na cor verde e para o alimentador 31986 na cor amarela.

Analisando o alimentador 30586, percebe-se que seu valor em **VaR** muda bastante para cada α , porém, já no valor **CVaR** $_{\alpha}$ não ocorre uma grande diferença. Com isso, se pode concluir que os valores de custo no intervalo para $\alpha = 10\%$ ocorrem praticamente com a mesma frequência no intervalo para $\alpha = 5\%$. O contrário ocorre no alimentador 31986 que apesar de ter cerca de 40 mil de custo de diferença para cada valor de α em valor **CVaR** $_{\alpha}$, obteve uma diferença apenas de 20 mil em valores

VaR_α , concluindo-se então que os valores de custo no intervalo para $\alpha = 10\%$ são menos frequentes no intervalo para $\alpha = 5\%$.

E entre todos os alimentadores, apenas o FDR 33500 manteve-se praticamente constante em valores de VaR_α e $CVaR_\alpha$ a cada valor de α estipulado, não obtendo mudança nos seus níveis de criticidade.

Contudo, apesar dessa notável diferença do comportamento dos alimentadores para cada valor de α , poderíamos ter utilizado um valor de α maior do que 10% para observar melhor as mudanças.

5 CONCLUSÃO

Ao longo desse trabalho, analisando minuciosamente a métrica de resiliência de modelo de vulnerabilidade nas redes de distribuição de energia elétrica, é possível destacar a importância desse tipo de controle para remanejamento da interrupção do serviço de fornecimento de energia em caso de faltas na rede e para maior aproveitamento da energia, pois diminuem suas perdas.

Isso se deve ao fato de que, através de um histórico de consumo de energia frequentemente atualizado no banco de dados e com a implementação do método proposto – com a visualização de cores descrevendo o nível de criticidade, através dos cálculos de risco monetário (VaR) e risco monetário condicional ($CVaR$), nos alimentadores, de acordo com uma porcentagem de risco (α), é possível prever situações e controlar proativamente a demanda de energia para cada alimentador.

Pela razão de que a ferramenta visual mostra o nível de criticidade de cada um, ajudando a concessionária a ter um melhor poder de decisão na implementação da DRM e FLISR, acertando na economia de energia e consequentemente na redução de custos.

Como trabalhos futuros, é possível pensar em maneiras de realizar todo o trabalho da geração dos gráficos, dos cálculos e das análises através da programação, excluindo a necessidade de utilizar outros softwares, como o Microsoft Excel® por exemplo. É possível também, variar mais os valores de porcentagem de risco, abrangendo uma maior gama de resultados e análises. Porém, como limitações temos a quantidade de alimentadores e sendo ele também, o menor elemento da rede, não sendo possível uma análise em diferentes partes de cada alimentador.

6 REFERÊNCIAS

SOUZA, J. B.; BOVOLATO, L. F.; BOVOLATO, M. C. **Instalações Elétricas**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Elétrica, 2003. 124 p.

MATTEDE, HENRIQUE, “**Um pouco mais sobre o sistema elétrico de potência**”, dezembro, 2023. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/um-pouco-mais-sobre-osistema-eletrico-de-potencia-sep/>. Acesso em 07 de dezembro de 2023.

X. WANG, Z. LI, M. SHAHIDEHPOUR, AND C. JIANG, ‘**Robust Line Hardening Strategies for Improving the Resilience of Distribution Systems with Variable Renewable Resources**’, *IEEE Trans Sustain Energy*, vol. 10, no. 1, pp. 386–395, Jan. 2019, doi: 10.1109/TSTE.2017.2788041.

J. B. LEITE, J. R. S. MANTOVANI, T. DOKIC, Q. YAN, P. C. CHEN, AND M. KEZUNOVIC, ‘**The impact of time series-based interruption cost on online risk assessment in distribution networks**’, in *2016 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition-Latin America, PES T and D-LA 2016*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jan. 2017. doi: 10.1109/TDC-LA.2016.7805649.

M. PANTELI and P. MANCARELLA, ‘**The grid: Stronger, bigger, smarter?: Presenting a conceptual framework of power system resilience**’, *IEEE Power and Energy Magazine*, vol. 13, no. 3, pp. 58–66, May 2015, doi: 10.1109/MPE.2015.2397334.

A. R. KHEIRKHAH, C. F. M. ALMEIDA, N. KAGAN, F. JOHARI AND J. B. LEITE, “**A Quantitative Approach to Improving Operational Resilience in Distribution Networks through Risk Analysis and Smart Grid Techniques**,” *2023 IEEE 11th International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE)*, Oshawa, ON, Canada, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/SEGE59172.2023.10274572.

S. POUDEL, A. DUBEY, and A. BOSE, '**Risk-Based Probabilistic Quantification of Power Distribution System Operational Resilience**', *IEEE Syst J*, vol. 14, no. 3, pp. 3506–3517, Sep. 2020, doi: 10.1109/JSYST.2019.2940939.

J. B. LEITE and M. KEZUNOVIC, '**Risk mitigation approaches for improved resilience in distribution networks**', in *2020 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition - Latin America, T and D LA 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Sep. 2020. doi: 10.1109/TDLA47668.2020.9326210.

F. LEZAMA, J. SOARES, B. CANIZES, and Z. VALE, '**Flexibility management model of home appliances to support DSO requests in smart grids**', *Sustain Cities Soc*, vol. 55, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.scs.2020.102048.

W. LI, Y. DENG, M. ZHANG, J. LI, S. CHEN, and S. ZHANG, '**Integrated Multistage Self-Healing in Smart Distribution Grids Using Decentralized Multiagent**', *IEEE Access*, vol. 9, pp. 159081–159092, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3131214.

D. P. LE, D. M. BUI, C. C. NGO, AND A. M. T. LE, '**FLISR approach for smart distribution networks using e-terra software—a case study**', *Energies (Basel)*, vol. 11, no. 12, Dec. 2018, doi: 10.3390/en11123333.

J. EKANAYAKE, K. LIYANAGE, J. WU, A. YOKOYAMA, N. JENKINS, "**Smart Grid: Technology and Applications**"- Wiley, 2012.

N. DEO, "**Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science**," Estados Unidos: Dover Publications, 2017.

IEC 61970. "**Energy Management System Application Program Interface (EMS-API), Part 556: CIM-Baswed Graphic Exchange Format (CIM/G)**," Geneva, Switzerland, IEC, 2016.

ANEXO A – Dados de consumo dos alimentadores

Tabela 1 – Dados do alimentador 27350

Custos de energia no sistema trifásicos			Somatório
141802.941080346	135266.239580576	132702.548273869	409771.728934792
66003.0372283124	63329.5932926152	66801.6025098804	196134.233030808
96351.9066911284	98028.687052806	93515.0625483782	287895.656292313
43344.5435097108	40937.1325226024	40267.6772635651	124549.353295878
57410.0276978308	60069.6863479097	56355.4040931674	173835.118138908
115924.915563021	118525.231463736	119673.989089963	354124.13611672
156351.762560046	162005.536606397	156078.471640889	474435.770807331
84901.8312043725	87767.897995256	82452.9997454536	255122.728945082
67291.4177952786	64300.0899544966	67186.164787562	198777.672537337
56149.0799097147	61389.4540912308	57047.335123245	174585.86912419
112072.133011875	109346.892122327	114057.014382726	335476.039516927
84083.7658439349	80957.0067224057	88625.109197978	253665.881764319
84306.3936321569	79854.1646391401	86470.348109838	250630.906381135
60459.3200083139	55920.0173356039	62644.5833702236	179023.920714141
82002.4183763801	78157.2243695326	81524.1095124244	241683.752258337
78858.3730377384	77366.6066559146	79211.8825385892	235436.862232242
98204.5637445184	98420.9902942539	99014.1037781174	295639.65781689
77113.1730955187	91005.7605900489	78923.5704539678	247042.504139535
81659.0299063922	77237.3641771531	78903.0733506411	237799.467434186
101491.614197803	102523.354824272	97814.0105324691	301828.979554544
88489.1861523292	89713.571946181	87233.7510983893	265436.509196899
117162.867605333	128002.73980472	120407.226742977	365572.83415303
88090.9768434115	83101.462697823	83847.0457366366	255039.485277871
75906.2533991371	74199.0404689661	73707.2348465303	223812.528714634
89418.4777655755	89801.8534365368	83334.2232469536	262554.554449066
88946.6545797033	80879.7187496478	88258.8641121446	258085.237441496
60809.4846973597	62356.1056774858	58046.8282400842	181212.41861493
91819.2109884031	89182.2101200399	90937.5504582341	271938.971566677
104711.421160864	104505.53856797	103271.418312279	312488.378041113
121437.470886168	119315.982276803	122689.291064407	363442.744227377
85849.6141959728	79579.0745407963	89050.5525041501	254479.241240919
139254.062626376	130936.614983551	136948.536492956	407139.214102883
48963.2880555919	43656.0053973356	49252.595411521	141871.888864449
92898.2706003891	93693.8988366982	92322.9370431909	278915.106480278
42900.3586352554	44773.8343062024	45021.5066330168	132695.699574475
85302.1453838987	88544.1242981514	85081.5201934951	258927.789875545
137175.464342866	137179.31236942	141170.57316496	415525.349877246
92625.1198020764	91053.50313917	96707.3849323215	280386.007873568
68157.0488870475	74730.7381706159	75996.3069558786	218884.094013542
83016.4412279019	86732.7057397288	87883.1127596638	257632.259727294

64741.1931366495	65902.2860649989	65569.4143346056	196212.893536254
72374.6888807566	68868.1407911955	75277.2964527665	216520.126124719
96723.8549835289	88659.7470828258	99336.0093744534	284719.611440808
69336.7651847498	69779.8861121207	66223.5880906375	205340.239387508
74360.6914867184	70353.874531012	70156.2603601099	214870.82637784
59119.0511893006	57307.0570960024	58723.7880942813	175149.896379584
78942.6863002553	82658.0059270103	81064.788144569	242665.480371835
110114.992195902	122078.157672623	117289.213621235	349482.363489759
78509.3889903563	78852.8321793677	81039.2233083506	238401.444478075
62098.7769856731	61489.5682416171	60719.3227019038	184307.667929194
89289.3178566084	88313.8025318143	81477.1210570615	259080.241445484
93963.146834681	90477.364137052	83961.4958545405	268402.006826273
54205.1087418695	59672.3012550324	55582.9890447367	169460.399041639
94738.570284565	101389.203711209	100372.269974195	296500.043969969
96569.289356011	108502.420598419	103408.080925357	308479.790879786
116562.301096232	107410.76132048	115936.010808987	339909.073225699
95128.2354014504	93913.5348389145	94055.1432317599	283096.913472125
79195.6357646673	76113.162063586	75758.8857715927	231067.683599846
89533.6390477338	80747.6410908262	88949.5954397562	259230.875578316
87619.9841866814	83801.1610364573	84948.960730441	256370.10595358
62887.5085436193	67915.7088388454	66253.4100551731	197056.627437638
60622.9756694737	54655.5415442525	60127.3361384318	175405.853352158
73878.1086204887	79420.2897537917	84504.1690069786	237802.567381259
71681.7241871389	75062.5927902277	75066.3127416119	221810.629718978
86704.9293587016	82335.9695322083	81068.407846348	250109.306737258
102043.439606432	99799.6361373258	102561.021628099	304404.097371856
107632.422619223	107238.729701622	100739.738428475	315610.89074932
114520.082235877	123220.880330107	125550.965918624	363291.928484607
103686.801898834	105009.210806813	101768.847604738	310464.860310385
89171.961287039	92254.9370035839	88667.1341372932	270094.032427916
117036.732608633	116771.228703711	123989.199777234	357797.161089578
91453.2879614915	93468.5535405515	87152.1204111475	272073.961913191
82541.9909474269	82492.2110355669	82135.1245219519	247169.326504946
41363.143218312	36790.591476349	40196.9661985788	118350.70089324
69588.4630944996	61399.7151571702	63721.5420177852	194709.720269455
93831.1273934604	88385.7198804238	88139.4695424067	270356.316816291
100504.560473793	101358.866522133	102094.178150928	303957.605146853
53739.2800293902	53050.9892629013	53874.8350195644	160665.104311856
43348.1459969163	38306.239802067	43249.287320355	124903.673119338
99874.4266736547	110526.961076991	96178.8242609632	306580.212011609
103222.812293415	96862.8644282519	95858.265442032	295943.942163699
56223.1004577884	58161.0077149023	53362.6901465354	167746.798319226
67663.4729326155	67130.5520388493	65834.6344385621	200628.659410027
84105.7226325803	82730.5964796882	85500.2081739039	252336.527286172
143573.394414545	144681.724943591	153624.138341033	441879.257699168

72536.4795526109	77842.4544801137	75477.8482800684	225856.782312793
43637.5344611399	44753.086163787	45329.9264365732	133720.5470615
158553.496324564	151812.110385817	155297.138309386	465662.745019767
82611.5132798265	77378.7472069998	81659.275435419	241649.535922245
127564.442768759	128912.88312753	126042.071889619	382519.397785908
49338.7032321244	50377.2737931214	51820.0907571159	151536.067782362
47814.3258502934	46593.8349930878	47541.4775563448	141949.638399726
59998.5524391514	55142.2805302735	60901.204508326	176042.037477751
80344.4655373074	83872.1980503012	85340.6599463461	249557.323533955
111311.861791235	108552.80279961	109517.989169427	329382.653760272
99882.9497507353	108389.96675107	102724.986843652	310997.903345456
96808.3667058975	95274.1175269386	91815.3121039257	283897.796336762
97202.292571137	96230.2936507563	89658.4357779785	283091.021999872
66161.2568759569	63757.5671340728	64312.2803012428	194231.104311273
100013.296622515	101602.398891022	99033.4849092057	300649.180422743
83166.5034186053	78729.1889639546	82692.4926356816	244588.185018242
155524.515724797	146936.874321946	160030.604376318	462491.994423061
40764.7204463772	45244.6858233983	43335.1712807123	129344.577550488
85215.6779856815	84267.5083072535	74568.3885025626	244051.574795498
94382.5532978181	93820.8164229611	95005.3335704357	283208.703291215
86705.6698330253	78868.9156455861	81462.8152156944	247037.400694306
59286.4709674816	55238.594609495	56981.7867835653	171506.852360542
43270.6412659731	43605.3562418263	42958.9648299209	129834.96233772
85945.7595417013	81198.5990013538	91388.1842352312	258532.542778286
55125.6686794166	52635.2847514227	56541.711186373	164302.664617212
92432.7802947817	92541.797598992	85249.5414521496	270224.119345923
91473.9016669899	95244.8078608028	87828.0175121161	274546.727039909
86101.3187391803	86492.3631932552	82598.2821433259	255191.964075761
92205.0547357808	97888.3157282228	97456.2487500382	287549.619214042
96602.7169489985	97877.6123436804	92632.8141506834	287113.143443362
121232.803735014	121378.086535796	123299.903023583	365910.793294393
58622.2193925278	51299.1432184818	57851.1703244028	167772.532935412
81428.7356838197	83576.1655221171	85701.3785655072	250706.279771444
94487.0244368115	100256.063119496	99476.557030175	294219.644586482
81008.6641988117	82741.9310406701	83158.4205385096	246909.015777991
76478.0235359538	76161.390431849	77462.9228532591	230102.336821062
120098.318940567	120230.024937679	117564.782624947	357893.126503193
77621.2561342059	80616.6224781023	76701.6948910157	234939.573503324
87860.8934370683	97391.9615690116	101181.366140176	286434.221146256
104508.278997343	102347.934359041	98321.9010884942	305178.114444878
84277.3674880113	99103.4853911221	92883.0225332716	276263.875412405
71642.0892154051	72897.4792959072	68802.8832492455	213342.451760558
100617.708623234	105273.920561784	99956.5369724457	305848.166157464
107691.478966704	110308.635731371	113071.648222984	331071.762921058
71999.336341582	76630.1744462501	72533.1102305084	221162.621018341

81925.8011076078	78957.3607183654	80049.105584478	240932.267410451
124871.09465532	121698.239251141	113380.144816288	359949.478722749
103459.222421473	103785.587928708	102275.687457837	309520.497808018
56821.9846876334	51273.5501928965	54081.1680497598	162176.70293029
85952.7780108743	82687.8908446423	84851.0970855957	253491.765941112
84972.5222752597	84918.2913524483	85114.5710884579	255005.384716166
84498.906557097	84890.0609050398	89202.1073213093	258591.074783446
86222.1625912651	88663.4505953302	88702.8827339163	263588.495920512
83364.2606013756	87310.621994246	86993.2257719837	257668.108367605
122539.051831103	117638.811466808	120520.724234937	360698.587532848
41691.9843167112	40368.9177773046	42856.6512528182	124917.553346834
121725.957135203	125698.170151365	128286.459859001	375710.58714557
62776.0850756069	64391.2418354549	62681.1759875183	189848.50289858
131131.587210393	132703.120907887	130253.963861349	394088.671979628
152472.029780093	152095.425443969	154136.213444415	458703.668668476
111313.845455005	119452.046468029	121653.799007065	352419.690930099
113192.492173798	116273.143900669	115945.139865566	345410.775940033
118481.763050822	110397.763296061	118857.583029927	347737.109376811
81062.3129798576	80366.2431186907	80316.7376685964	241745.293767145
114136.338318364	107591.496569603	110505.255718867	332233.090606835

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 2 – Dados do alimentador 30586

Custos de energia no sistema trifásicos			Somatório
119379.31054036	122356.755836286	118986.925805844	360722.99218249
89326.4613064753	90629.1171030673	86498.4052375187	266453.983647061
124277.228186754	130558.89728884	126238.859196797	381074.984672391
101103.845582868	109692.176436835	108415.488429265	319211.510448968
77062.4533845926	78323.1716901117	74693.0114718182	230078.636546523
109182.059791665	105543.102436697	106447.081331658	321172.243560021
121997.967374905	118818.920608431	115193.319674734	356010.207658069
146100.079917786	139861.319478043	146560.904360545	432522.303756374
103919.259854572	97911.130381301	106523.255791204	308353.646027078
137417.690636388	142717.443502776	147283.64843077	427418.782569935
96820.1202291666	101502.520681113	103389.132218922	301711.773129201
129250.51047084	128231.305327277	129378.649367424	386860.465165541
153938.304813561	141032.117977991	140377.325726901	435347.748518453
75141.8453946849	74924.5801543877	83215.479718488	233281.905267561
95424.9290423948	96252.6875150867	91470.5955906176	283148.212148099
77226.6211264608	76772.4529672199	73550.466027544	227549.540121225
121371.963414484	130752.485069424	124921.954524148	377046.403008057
120205.585224137	108238.572403165	121849.370987682	350293.528614984
110547.588660156	113846.462431757	118542.146927959	342936.198019872
164781.650565882	159621.058763526	163310.743668608	487713.452998016

155223.941642059	154753.987060364	155916.061241953	465893.989944376
93843.2817421773	90704.892263512	93751.3805838543	278299.554589544
86269.3705762934	88440.2040178098	88393.6528504355	263103.227444539
76232.414832817	76181.8786059024	71471.7715164551	223886.064955174
84779.0455178366	76661.1144452518	80781.1275273742	242221.287490463
95501.2740819679	97032.9088566577	101181.585006705	293715.767945331
108325.053050826	109772.721947205	106962.066495799	325059.84149383
140305.826381105	137611.775588626	141056.107582986	418973.709552717
107966.549512857	108734.306654811	106821.514274317	323522.370441986
105405.926327695	108660.210574425	97289.7930765057	311355.929978626
127575.145422151	125523.582913537	122403.247166916	375501.975502604
90864.764318922	91071.1989374582	86235.1443964293	268171.107652809
145408.237321341	136556.794667449	138572.915241426	420537.947230216
104077.972843748	105078.215873212	102535.798588972	311691.987305932
150312.436535951	156075.463634913	151397.940096798	457785.840267662
103819.867932907	98514.1514475876	101514.563659524	303848.583040019
174653.185498368	180010.837497679	177002.361149802	531666.384145849
86396.3967770384	85927.9235052009	86555.0327820452	258879.353064285
121439.031716811	122472.890084366	129539.939202959	373451.861004137
103212.536741192	100222.376822729	103766.201278882	307201.114842803
74014.0541241895	74612.6947428101	73695.7851716199	222322.53403862
73874.9265778584	78239.0872646506	79203.0995360201	231317.113378529
116653.659667723	115205.522090176	111966.290656068	343825.472413967
129703.480480576	128185.718294798	133507.394328143	391396.593103517
105330.568734625	108412.191080628	95303.5940472282	309046.353862481
121924.601963142	124788.604634724	120263.791361818	366976.997959684
125072.973465666	126785.469271231	123127.560911045	374986.003647942
96330.8792526622	97577.1274863	94935.7656200145	288843.772358977
124795.445119358	127836.621824263	127024.600158065	379656.667101686
114951.752603781	119304.743240631	119484.182163929	353740.678008341
107612.735392073	109221.136978569	108908.165454875	325742.037825517
132160.055744546	133109.446563689	125121.680979354	390391.183287589
123022.654426405	109431.739940393	113169.186814533	345623.581181331
123261.291339176	125972.234884733	129358.271693601	378591.79791751
128724.833072403	131428.375246725	134366.840612498	394520.048931626
107086.047390139	106334.228630823	104720.918819875	318141.194840837
111420.4488623	109254.587274331	119368.665783223	340043.701919855
95277.3623852686	98853.0840915385	97669.0800525309	291799.526529338
76445.3304275088	74524.4390956662	78094.8713603626	229064.640883538
104808.485772228	103933.41384448	101037.934147167	309779.833763875
146029.991101204	130246.002916584	135422.918700301	411698.91271809
133381.261443111	130738.20721608	140413.602865071	404533.071524262
113798.594837374	116887.291045663	109846.116656181	340532.002539217
99548.1065694313	96242.250430684	95380.7648957426	291171.121895858
121645.587663755	130398.882335279	127294.202218751	379338.672217785

103942.390252631	109573.772090139	104958.256168593	318474.418511363
98526.2346419591	102703.232420133	101959.279088148	303188.746150241
96505.8364548108	100373.450425359	94122.6607136916	291001.947593862
121295.913373219	127505.368587664	123078.282536786	371879.564497669
127202.881352589	125415.723766915	132120.219024312	384738.824143817
113028.140175146	114532.323118053	112173.859298988	339734.322592187
89509.2491366013	93058.3235288919	95371.8159487512	277939.388614244
111658.908082933	107793.642881629	106520.974030649	325973.524995211
140873.111530874	140542.294957933	145463.353474767	426878.759963574
81026.788931831	81474.0953135393	84629.8795659714	247130.763811342
66220.0714321462	63609.230371698	67205.9429308596	197035.244734704
109794.088603224	109398.505638596	104175.766993953	323368.361235773
144826.136953366	147813.411395883	147025.022255757	439664.570605006
127292.858106477	121039.89480408	124879.090960719	373211.843871276
104783.336521032	104022.253924956	107067.398112807	315872.988558795
100286.239352113	103152.676153286	93590.468649754	297029.384155153
102046.36389912	101715.610952616	103483.578270987	307245.553122722
129576.413479343	132552.861683222	129025.351710261	391154.626872826
126530.19096519	124530.03603899	124650.848156405	375711.075160585
141759.555376011	143031.283398546	151299.907006667	436090.745781224
132653.048012844	135837.454082472	128339.187644895	396829.689740212
131596.356849632	141900.671776486	134140.700343797	407637.728969915
126259.14347935	124373.228702383	133548.70746555	384181.079647283
123032.546916277	125083.570199013	125946.90068085	374063.01779614
87326.31018861	85599.9839132021	92887.7626341385	265814.056735951
110595.624942445	108095.976839809	103692.969589981	322384.571372234
132456.454436072	126817.388254886	137223.527682084	396497.370373042
126492.057136313	120795.116010221	128397.572137603	375684.745284137
99446.8640573752	102547.318678784	99640.4593414045	301634.642077564
107131.07964015	109913.74115885	108554.725039079	325599.545838079
138092.929570136	133194.300322426	134876.657490838	406163.8873834
86981.3028816963	88829.3541290216	85067.4287109391	260878.085721657
102245.563957036	109334.240422097	104449.944254125	316029.748633258
137346.364328939	136376.525588586	132791.187429563	406514.077347088
93575.9966554666	91636.1827514467	105131.737352263	290343.916759177
62843.3913648909	67923.7590876836	64848.4460569217	195615.596509496
111923.012325094	101912.801239503	100386.933024247	314222.746588845
108700.803565275	114439.903009074	107438.399432564	330579.106006913
125057.961852571	127223.329642368	127526.670349866	379807.961844806
111491.80039052	111577.165872004	112949.727431572	336018.693694096
144167.861346824	147182.698246346	148609.346488303	439959.906081473
90247.7287084339	85640.8135321457	87289.8869583026	263178.429198882
92740.0234600108	84436.3457719869	85607.3090682325	262783.67830023
117146.056714184	124788.751303206	116288.298548156	358223.106565546
151774.962726439	149051.495745614	153016.259536678	453842.718008731

104631.240340717	117740.421070715	118749.980625258	341121.642036689
106754.791950545	108247.045961883	106939.238794226	321941.076706654
117011.344279019	124822.49706414	119463.866959959	361297.708303118
123685.227044639	117968.802138777	123604.291461455	365258.320644872
157189.248046256	160678.936035513	154230.700402403	472098.884484173
100458.648186232	101077.315763698	105968.30073767	307504.2646876
93921.8935175471	96793.3366121699	92345.618704094	283060.848833811
100525.293725266	101184.631270526	94510.237896517	296220.162892309
108615.124996438	109496.882894127	116417.033734405	334529.04162497
104712.089117901	105917.685367099	111249.350893193	321879.125378193
94562.0857617661	87366.6141340067	92465.5438945057	274394.243790278
81832.8811885136	83683.7818227382	83304.2942955507	248820.957306803
149819.503712238	151676.166580866	155537.188242831	457032.858535935
115924.470139898	118629.28714903	118357.095127652	352910.85241658
98002.660863342	100071.076683559	91453.1125455203	289526.850092421
151261.366530936	147924.287962748	142068.081227315	441253.735720999
99938.0669280144	105931.864997666	106955.140402636	312825.072328317
139108.14177762	132754.637872985	128938.657276464	400801.436927069
103815.645087455	104791.833403129	99310.8569837465	307918.335474331
135514.422587981	141432.858406915	129835.342629187	406782.623624083
99186.2424070881	99280.2782885877	99462.5936794186	297929.114375094
130886.663015795	128324.202640754	122921.479426222	382132.345082771
134801.085194061	131597.747039517	133496.036448088	399894.868681665
102188.068901969	102081.600282052	104094.13442432	308363.80360834
133542.579979451	123554.966013333	122638.929487152	379736.475479936
126117.756247573	113146.058660498	120148.16851245	359411.983420521
116992.16615484	118715.640084829	123830.568374084	359538.374613753
102492.187798789	102195.654869928	108262.409249611	312950.251918328
108789.568343522	98506.2495822686	104046.071217307	311341.889143097
130121.800764807	127749.533635865	130036.080064818	387907.41446549
145888.077513981	139462.426845011	140263.215446509	425613.7198055
124499.352335575	127425.408052883	123727.195965809	375651.956354267
127560.81632427	130976.119166264	126472.155137972	385009.090628507
81306.4977586509	80917.1138472899	76902.4009457549	239126.012551696
143131.112428709	143922.240633663	143120.539685137	430173.892747509
123810.420897042	124202.238451436	126325.316400789	374337.975749267
113570.786585074	115497.148901219	117914.976228154	346982.911714446
132150.177236685	135515.423310463	138406.335961439	406071.936508587
115852.018695207	110700.198109724	108207.032254727	334759.249059658
132034.90723893	124942.076824869	128180.989634846	385157.973698645
79937.0943413184	80161.4449669024	77825.5012265206	237924.040534741
99478.1099631313	101516.053303122	97465.1411341909	298459.304400444
93810.06265125	100716.68780201	101172.649737743	295699.400191003
104905.458705191	103555.912630321	102447.529097927	310908.900433439
101418.408088313	108444.502253056	107523.638018927	317386.548360296

141093.365158736	136853.486080662	146371.463164215	424318.314403613
82696.230673171	84901.3003645608	84091.0265285918	251688.557566324
102285.415378175	91159.070637237	94672.7071819345	288117.193197346
141156.125551099	141441.673145221	138195.844479694	420793.643176014
150687.617329244	153444.533281394	153349.997822202	457482.14843284
103094.574630642	111383.414915822	107146.106179286	321624.095725749
100080.742284062	101689.736876668	100789.404010883	302559.883171612
102329.066692529	102708.881815922	108732.087538934	313770.036047385
137037.741738133	127590.420049646	130029.595673126	394657.757460905
117589.043544231	132071.625516533	129602.493019506	379263.162080271
142307.278602056	145973.185918941	145595.448845537	433875.913366534
116844.728212996	120107.455851603	115308.034241415	352260.218306014
148054.364636312	147852.717981785	146264.842540241	442171.925158338
104396.720562001	99682.1792375539	99478.2139885282	303557.113788084
119853.256777611	131006.109727125	116751.574994287	367610.941499023
106838.31456257	102446.051904408	107697.275469662	316981.64193664
64410.7649017729	63457.0967620545	64997.5444817051	192865.406145533
94716.4412966151	95902.6375934822	95630.5567766762	286249.635666773
122439.685474761	117740.87263462	124849.676668448	365030.234777829
145820.140156722	162073.047646244	145676.729054177	453569.916857144
67612.7516086325	64338.4845699598	68088.5064419786	200039.742620571
136859.618883675	125206.962882344	130564.442725388	392631.024491407
102316.312127889	99508.3581182104	105747.14549105	307571.815737149
116470.007719048	118046.404308306	119215.80557036	353732.217597714
130283.235862736	134980.032047327	134388.170423255	399651.438333318
137469.450035722	138894.173030195	141473.02394333	417836.647009247
130170.076051283	123114.390536258	131795.976355267	385080.442942808
108601.682446274	109416.129059981	111083.436120866	329101.247627121
99183.7029076162	97880.3697877807	97783.8232833088	294847.895978706
139339.823664493	139670.669310009	137647.787949723	416658.280924226
135061.003665377	134379.032880089	131662.449938569	401102.486484035
153108.916119936	146011.842197242	153952.788562905	453073.546880083
82431.2700309186	88972.1665436922	94739.8516932086	266143.288267819
121930.990761519	125017.091103316	116082.12268297	363030.204547804
106433.187821546	105059.292828948	113570.020504195	325062.501154689
96181.632808456	100134.271144216	96929.3610663814	293245.265019053
105553.820198856	106555.825636535	110580.519086766	322690.164922157
117587.351497653	120802.310604969	116038.945900807	354428.60800343
143101.157827373	142950.98156821	141998.52695983	428050.666355414
86333.9704060435	86270.4132218068	84577.1349675895	257181.51859544
76549.2021801072	81677.3849814134	78357.7283959608	236584.315557482
82540.5626904508	90986.5193509216	86165.3191260028	259692.401167375
68533.8479663212	68036.1760241596	69542.123734551	206112.147725032
120204.548501169	120973.651700472	127334.147108164	368512.347309805
168562.283935473	173186.766902037	170212.089322293	511961.140159803

134850.863759215	136757.338013843	143569.44662806	415177.648401117
113073.787105077	115826.450451433	113444.81897943	342345.056535941
124727.00352501	123421.837060253	123286.75574493	371435.596330193
76160.4205875613	82096.7406737495	79292.8994195724	237550.060680883
153526.984981449	148531.157362004	150449.176332034	452507.318675487
137165.451444262	144341.695415863	143484.397822505	424991.544682631
103424.27387217	101408.736121424	106098.516163289	310931.526156883
167577.733664786	164453.202889831	163045.335979815	495076.272534431
118699.80266706	115074.238489579	116837.47336606	350611.514522699
100187.847782763	102119.289761613	97775.8715205731	300083.009064949
132885.80365397	138566.694546362	134384.320347282	405836.818547615
119780.690022773	111598.550385129	113588.66421189	344967.904619792
91708.2027444236	87076.4488739504	85674.1608675517	264458.812485926
128464.206175626	121000.272614216	121148.157226274	370612.636016116
142408.025436376	135303.373595183	140412.199563358	418123.598594917
112921.57116553	120306.837219675	114157.688568624	347386.096953829
74103.212823427	73945.7578850592	73508.3011921455	221557.271900632
114939.682234598	123579.975813971	126862.717409861	365382.37545843
124116.828660381	113894.673396499	118113.995256903	356125.497313783
129504.22441217	124816.496148123	122209.387992671	376530.108552964
60208.223860712	56907.2064691805	56940.0314392785	174055.461769171
136782.787924748	137016.887450323	129296.092118889	403095.767493961
109752.416316422	105227.790641367	104862.1410393	319842.347997089
72371.6169103182	77897.6090607777	77972.4837584227	228241.709729519
129869.158880289	125576.007985918	124590.463542572	380035.630408779
104498.336068755	108821.520171212	100922.02346935	314241.879709317
141789.60791646	142202.773528908	149284.852813466	433277.234258834
101067.525430707	101726.981518342	107148.810711671	309943.31766072
100031.002374493	97022.9491039654	92672.7032964694	289726.654774928
130224.873131587	121409.459747402	126507.586945148	378141.919824137
60470.2317951429	60374.3217694316	56818.1504002511	177662.703964826
100876.106309799	95768.452023195	100069.441290019	296713.999623013
124455.751975033	133272.472457276	129027.350722657	386755.575154966
138581.631753958	140138.027399031	137090.377071867	415810.036224856
119469.316711051	119567.002734277	118835.280981528	357871.600426857
132469.669206316	139337.588391458	134559.355593231	406366.613191004
134865.573883725	133841.277319337	133186.075969807	401892.927172869
143369.639260856	140389.440554795	136151.12904265	419910.2088583
111152.710401404	107971.071342261	101789.898006722	320913.679750386
127239.170092346	131822.95288603	135887.931815453	394950.054793829
138355.889572828	139834.268196668	131524.82279518	409714.980564677
130963.515630249	137706.042479641	136269.471920098	404939.030029989
111206.361972165	110176.15120354	113403.798010969	334786.311186674
93511.0726691626	97528.3751851072	96506.2412674449	287545.689121715
132393.267267146	130373.417048428	124453.258903833	387219.943219407

121923.629655159	116447.946563093	124966.815874393	363338.392092645
129549.516754422	112246.29261231	122053.836745156	363849.646111888
115500.802894213	118031.381316505	117807.001362666	351339.185573384
116848.033922507	122122.772561269	110378.805994304	349349.61247808
78807.6870946021	80205.7713148891	84648.0071088366	243661.465518328
154618.756651713	147485.541445853	151073.815371512	453178.113469077
122542.50517543	114947.202466712	114525.722584676	352015.430226818
76034.9435664598	78538.4598783394	75734.6085101957	230308.011954995
73317.8162972465	75673.398950509	77081.6234723471	226072.838720103
105722.392952252	105515.695222241	106271.869829443	317509.958003937
88894.7672970375	82919.6345133768	87077.6708024614	258892.072612876
70208.8345922841	65222.9596924124	63094.2777707337	198526.07205543

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3 – Dados do alimentador 31986

Custos de energia no sistema trifásicos			Somatório
88921.9191707723	87940.8537791103	90307.6528278689	267170.425777751
77296.9754741615	77093.5928388079	76991.0448865945	231381.613199564
127034.008958524	121564.782121269	123641.958966527	372240.750046321
87681.6474835859	82389.3957746448	81998.5836435326	252069.626901763
150006.472624847	147453.396859665	153225.020290091	450684.889774602
85542.9378849409	84814.7694626028	86702.4175681788	257060.124915722
88338.9037152348	88314.2607290635	87149.1974719501	263802.361916248
96343.0240717857	93543.4098770814	94817.1897231143	284703.623671981
149813.139363871	155786.413042752	153317.097428355	458916.649834978
76483.2645862517	76626.464483074	75401.6851909662	228511.414260292
104053.406746719	105613.882228959	102205.724968514	311873.013944192
161714.567726644	157834.562863632	159718.621898083	479267.752488359
88278.3879188064	88925.2739198391	89801.354402226	267005.016240871
110219.689916403	117684.227063426	112735.093620113	340639.010599942
78711.065356366	79596.4506603921	83012.392030872	241319.90804763
175047.702485068	179178.613935096	175839.864036428	530066.180456592
140281.881889407	144517.886761258	142056.806056091	426856.574706756
115891.930075396	116875.236142555	118238.023108536	351005.189326486
142353.811402444	144691.607541549	147098.899850717	434144.31879471
143857.210043951	143110.568249337	133401.783062882	420369.561356171
75285.8047616585	75389.2224429263	76650.4049125303	227325.432117115
86618.5859995007	84582.5156312915	83802.3774895531	255003.479120345
80183.3803986532	78621.2675798386	78194.9583503124	236999.606328804
153790.104196436	157026.894586581	149932.919416784	460749.918199801
103772.151862169	104447.57386073	102277.611755796	310497.337478695
72427.1358623383	73937.9950860878	73456.8956157681	219822.026564194
143848.002573912	145092.032437198	147842.1408894	436782.17590051
176964.707063574	175669.229281966	167133.347809153	519767.284154693

141854.329150357	146133.827460072	141828.400893015	429816.557503443
71201.3029493994	72170.7604035575	68248.384215535	211620.447568492
86774.7375055222	87424.8697873217	89143.7161863311	263343.323479175
81036.7746712045	81569.40030524	82082.7914615275	244688.966437972
81853.6429606833	84808.8808720815	85786.7198458499	252449.243678615
79368.7277645803	81164.1905637763	74737.7175401378	235270.635868494
89270.0871829439	88041.2197323407	89695.5718426113	267006.878757896
147646.441147467	148995.792882233	146442.517064907	443084.751094607
97852.5695851067	102598.108109318	102049.246893889	302499.924588314
82947.2267041933	83650.3559340756	84127.015942243	250724.598580512
91275.6881298707	90537.2546294174	97117.8437961342	278930.786555422
79923.3493645765	79670.7551662184	80498.8794341794	240092.983964974
94150.2149364037	94328.201874875	96495.4189169867	284973.835728265
181857.122266391	187513.687123839	172632.269093295	542003.078483526
75165.0560428753	74029.3627129417	71588.1206106212	220782.539366438
78279.8581824201	76597.4092994332	79347.6092045613	234224.876686415
72080.13630178	72994.0337202326	72932.7239169646	218006.893938977
80961.4700692055	81575.4953517236	82183.7020124307	244720.66743336
80199.0827617786	85807.9957171029	84964.5980295429	250971.676508424
83696.3229785999	84354.1417738955	84699.5284324003	252749.993184896
150512.841277047	151501.838338045	150917.620304633	452932.299919726
144707.5732292	142415.867325609	142790.468723693	429913.909278503
119260.729166292	123349.376173377	120132.811000349	362742.916340018
81735.9778273051	81237.3640995702	80635.2140589004	243608.555985776
67218.7533448767	72280.9542378925	69969.4702778815	209469.177860651
174655.347298731	177033.530737179	186390.579853832	538079.457889741
155608.282760874	155782.162040218	165058.793326048	476449.23812714
90300.9858535906	84002.5015997485	87652.0750366088	261955.562489948
89319.0136425802	89526.3304303032	90435.7562938797	269281.100366763
82716.8412759581	81099.9909121133	83587.9195849263	247404.751772998
94963.721902781	98562.449654414	100649.817441605	294175.9889988
120791.075173189	120502.705538586	124607.502698262	365901.283410037
87225.6584232627	86991.3881099136	92357.0617212822	266574.108254458
160654.939277245	159877.471463046	158829.178044575	479361.588784866
93917.5252063609	96021.8021328761	93922.999139812	283862.326479049
151520.513446037	148861.39189666	152313.327452238	452695.232794934
71036.4643422205	76241.3187666346	78052.6081520034	225330.391260859
159913.287994133	157433.354272313	159213.402933303	476560.045199749
80888.0598026444	83236.9206820074	81353.6443526047	245478.624837257
95552.3147884806	96374.3877705797	95897.2174236541	287823.919982714
80242.1814615636	84597.2576955616	82223.8591190667	247063.298276192
109265.117855822	109864.264686793	112765.924562996	331895.307105611
153212.240869652	153194.208966436	154686.825442938	461093.275279026
95804.3996558557	96370.5342304803	96457.4664730095	288632.400359345
79398.0715180374	86778.274017385	80304.955024643	246481.300560065

81071.0492014244	78979.8874095131	77082.5782483698	237133.514859307
75012.0302039809	77118.4046521829	79004.7630230336	231135.197879197
80132.0960238227	82427.6570571109	80020.9878644797	242580.740945413
98242.2940470282	100409.676818783	100501.473451457	299153.444317268
72347.4365835177	75009.8580596331	75324.0696505727	222681.364293723
147458.995682718	149817.04162694	155535.694885519	452811.732195178
154723.490167034	162154.520586928	156121.16614074	472999.176894702
92120.7078374779	90584.2769105288	89293.5620411823	271998.546789189
86566.3399430083	82563.4741071819	82688.2553476521	251818.069397842
143836.455831128	139953.34482975	146843.345457711	430633.14611859
84711.4322726228	84980.7351922278	84915.8938570963	254608.061321947
76458.6071672422	78357.8841573333	73713.9292690918	228530.420593667
163108.123638542	153097.530590932	153870.941698332	470076.595927806
91126.3436244036	92145.9296144577	88502.2017569842	271774.474995845
85372.7591795095	82743.3410247796	83838.6017608352	251954.701965124
64750.2769722427	66161.4842453044	65801.9616442965	196713.722861844
76539.7634022954	78763.0031063594	76519.7063309521	231822.472839607
185226.034327348	186525.376060016	183018.459618185	554769.870005548
90779.3103338688	88369.1202170051	89609.5844246076	268758.014975481
153953.332462756	152929.391862647	149429.505856018	456312.230181421
76708.5624139723	78107.5572948639	75671.1152069325	230487.234915769
79795.3931029296	81536.7200657637	80418.0275296864	241750.14069838
86309.4522461887	88500.441383872	89452.6883695037	264262.581999564
145160.530008185	138748.63840012	142694.233212987	426603.401621292
80922.207249125	81026.1927645937	81194.6358843999	243143.035898119
95353.4792615924	98369.6902362835	99170.9979769339	292894.16747481
80191.3613840902	81744.5327502005	86257.302287073	248193.196421364
80615.1058992247	78081.8035702269	79301.0562956509	237997.965765103
180085.7263371	179606.899624673	185930.096620593	545622.722582366
87006.9039923618	88756.9153755544	89330.8648818836	265094.6842498
82025.1047205605	80562.885716239	82649.3566524762	245237.347089276
67778.8037781678	67783.1420230853	66772.2151067961	202334.160908049
76355.2841099321	76849.9004348362	81871.5691016223	235076.753646391
80532.0563897641	79647.3555087973	81267.2998771945	241446.711775756
103793.397353469	108527.782586668	100386.25209897	312707.432039107
81526.224894024	81737.2059279036	82665.7870269694	245929.217848897
79345.1638706108	82051.6888450735	82355.7368949512	243752.589610635
90125.5895091363	89426.6563568998	92374.7384488327	271926.984314869
97497.634885944	95679.7738545705	96428.0788228303	289605.487563345
83751.4163070889	80895.8844504538	82287.1545024304	246934.455259973
78742.8604009349	76856.2750556108	78863.7766738448	234462.912130391
82190.4361905738	80187.7442827367	81805.8201153998	244184.00058871
163344.638135524	166228.419641325	163738.845165124	493311.902941973
87861.5106777692	90984.4021788132	87142.9107087177	265988.8235653
70616.2851118473	71307.70882948	74970.3387584122	216894.33269974

81317.5256783968	79603.3848457661	80772.2373671153	241693.147891278
151562.437230706	153330.2231642	154942.05801783	459834.718412735
84172.9980452072	82327.1731464565	82570.9837112041	249071.154902868
93658.3417509112	96306.5140495643	96398.8880260556	286363.743826531
122808.867334007	117016.888793876	117614.45092208	357440.207049963
81343.9416715888	79097.2608865419	80505.8120907453	240947.014648876
88967.6083989376	84434.9650870535	89338.3681320935	262740.941618085
86928.6034714379	88176.447447106	87658.0375929245	262763.088511468
84170.6064566702	87443.2042047537	84388.1486411407	256001.959302565
83149.2157706026	88469.8913789782	83003.688181611	254622.795331192
94961.9402684326	91661.5548008939	95056.2729673365	281679.768036663
83435.2706512459	89190.7367653954	85787.7104064469	258413.717823088
86963.2234767496	82235.8080509547	85500.964707332	254699.996235036
76174.2192190543	74616.2701865083	78170.0294187254	228960.518824288
82114.048847768	79478.3506038674	81088.2230567665	242680.622508402
74282.6781805764	75582.4467293185	79931.4106642984	229796.535574193
89050.7457350584	86179.1505715054	87092.5638884841	262322.460195048
74101.0812392435	71699.9410898699	70901.1228953417	216702.145224455
90757.660661309	87959.8729923232	92120.8565091041	270838.390162736
105505.922422926	107177.291653898	112738.953579608	325422.167656432
83840.0043431278	86033.7682312862	86576.1349908965	256449.907565311
69000.0207499079	70527.4878979364	69125.1988141949	208652.707462039
82389.2819024997	80557.7023345598	75773.9269547117	238720.911191771
79459.0727040776	84456.470975066	80125.6710172192	244041.214696363
136314.60896245	140014.565544001	135521.81314089	411850.987647341
159017.77282474	159921.623918252	163923.277338075	482862.674081066
147039.535806074	153650.921705206	149408.20787302	450098.6653843
154397.84951965	152107.83289626	154053.867494557	460559.549910467
149318.071726861	149069.660755316	147387.947279319	445775.679761496
116223.28863666	118173.665959448	120270.082241553	354667.03683766
150876.908369888	159448.827161848	156369.106015822	466694.841547557
79333.8907650423	80792.5292870741	83709.0610827339	243835.48113485
159791.981162198	163683.833925023	155323.615716928	478799.430804149
155014.557024263	162556.828410812	156923.281567046	474494.667002121
74793.5362641431	73728.8830848243	74280.0006133906	222802.419962358
81085.2020914174	82421.2423278777	80181.3212334281	243687.765652723
77106.5717262649	79878.4952260613	78568.6097136915	235553.676666018
101974.775682925	102637.996485041	101662.656985307	306275.429153272
167825.335735375	160765.438778947	156567.507264444	485158.281778767
70401.8692740651	67713.5547296522	69628.1849903485	207743.608994066
151617.682772156	156882.815791693	151873.46559144	460373.964155289
115195.462593113	118005.719318679	116852.764073778	350053.94598557
88720.8642686346	89057.984525149	89025.7405538163	266804.5893476
220531.413026248	215471.372873394	221485.772120451	657488.558020094
85940.9683531438	86554.1418092048	86718.7570266104	259213.867188959

101549.460974993	97984.5261301309	96035.6512428054	295569.638347929
88871.9715130931	86502.0044875177	86086.0321062601	261460.008106871
114351.596878309	113697.434418635	120101.488136193	348150.519433138
85514.9740582689	89811.9337413781	86905.6315972562	262232.539396903
81637.2388897715	80931.5943708934	80723.5680670794	243292.401327744
113918.786199341	110299.553115148	113714.639028515	337932.978343004
85678.2493294298	87147.9099995534	86903.0633420793	259729.222671062
89918.0327088665	87769.2429621099	89996.1513757045	267683.427046681
101774.935475849	98489.9618729807	98006.1916473317	298271.088996161
101481.355353328	104881.091115115	107731.834561515	314094.281029959
86700.2492000549	88652.7901487059	92883.6080657051	268236.647414466
162553.931315801	160339.595220977	169100.518161388	491994.044698165
86456.3247604437	90442.959797837	90168.6744917925	267067.959050073
81347.3566584651	82812.5510423978	83947.7444811554	248107.652182018
155020.417296633	155119.649625701	151054.259810382	461194.326732715
76647.1565543932	77523.5004430098	79495.3073356747	233665.964333078
77909.0243890193	75790.8246400545	74263.0209605586	227962.869989632
94027.6921483792	97024.564550461	95009.3922190932	286061.648917933
98209.1559427895	97191.2111108105	97811.0125453436	293211.379598944
145791.821718681	141232.2669516	141686.922287796	428711.010958076
183654.277683471	188223.835126786	180244.25166855	552122.364478807
84527.9029397712	82199.6085737421	80924.5133334345	247652.024846948
83617.2996351097	81389.9342221887	83606.7307100383	248613.964567337
81564.9936708845	85864.5776493868	81010.2298045109	248439.801124782
70510.9762482193	69175.1775575476	70453.8887508482	210140.042556615
90828.9620170063	90563.9504734031	89958.849798328	271351.762288737
148112.656397788	148195.12379179	152276.440858649	448584.221048228
81586.2386143154	80735.1955179646	81907.8402108875	244229.274343167
76140.9181098168	74131.3934060913	73232.4571317902	223504.768647698
114313.443519494	115372.820500657	119193.912699052	348880.176719203
70361.2523697598	73869.6970935719	74680.2421442018	218911.191607533
77985.2666814107	77992.6990169931	80500.2912633871	236478.256961791
96956.7319622997	89826.6408831365	88075.1940501463	274858.566895583
115345.722625082	111998.400178625	116415.057905623	343759.180709331
152359.550171961	153507.701465549	152405.315284422	458272.566921932
102530.261712039	103560.910752583	100503.594089557	306594.766554179
72815.0523381617	69359.7529093846	70587.1282903063	212761.933537853
82559.5086326956	81611.8748577722	76838.2222657678	241009.605756236
81815.0365934692	79042.6114284122	78718.7215645139	239576.369586395
150683.23669216	152317.15455468	154323.096519012	457323.487765852
81534.1104766619	79233.6214800318	81119.4209551239	241887.152911818
88207.0639035518	90323.2171036955	95736.0423031973	274266.323310445
89688.3340434484	93114.6128686514	93607.2753712599	276410.22228336
85781.2413945058	84196.686908195	83157.3443551236	253135.272657825
83989.0324179865	85373.7058892385	87348.8299348831	256711.568242108

92246.8974170943	90194.8044610597	91004.9797677981	273446.681645952
70883.9401973521	69921.0085705243	69242.5139348513	210047.462702728
147270.483358351	142068.496063579	148110.740371852	437449.719793782
160089.275409545	155763.156145467	152567.928595551	468420.360150563
111131.225621754	106642.149465724	111995.964157411	329769.339244889
116115.635514473	120349.289437089	114249.081598613	350714.006550175
78334.4906195364	77778.0122726856	74966.391158375	231078.894050597
93161.2278904757	90634.7404684458	92117.5675755024	275913.535934424
78073.0726626384	76179.1548189107	81044.3407262492	235296.568207798
92869.8109586209	93395.0915569878	91934.2003731948	278199.102888804
83917.6991729991	85870.4112125777	83874.0444334842	253662.154819061
165338.977375635	160825.205377159	169208.494891313	495372.677644107
147374.598540956	144743.305395385	145533.645835045	437651.549771386
104110.295940081	102758.346628768	104412.583862634	311281.226431484
90990.0979498848	90444.8638011022	92423.1116987841	273858.073449771
109278.364333697	106774.519005525	107159.133792245	323212.017131468
150930.997020501	151290.350431682	153224.068396907	455445.415849089
81362.4680139144	82308.7536230738	82221.1705102904	245892.392147279
73491.6971578153	75672.2703102521	74839.2047125609	224003.172180628
82961.8466028939	79368.7186102762	81028.6597662103	243359.22497938
113245.02547816	112410.727143454	114790.799366716	340446.551988331
159527.28603971	164055.769661747	163574.951882886	487158.007584343
99267.3612522501	97860.1026477997	98300.0582315929	295427.522131643
158635.107016683	156512.665872844	156025.081188508	471172.854078035
77267.4158258493	75809.9715235027	75585.161862599	228662.549211951
64377.2893562876	63679.1395644227	64052.2402500175	192108.669170728
100029.090930365	97288.4062812463	96740.4939859018	294057.991197513
88551.7907518201	85061.859689264	84312.390552101	257926.040993185
143864.570171049	148803.134950278	144338.543413162	437006.24853449
82092.0940960091	84722.244961265	84939.8608678615	251754.199925136
88286.5226773168	89296.2577443286	88075.625938777	265658.406360422
143381.124406885	143584.111879188	145412.181749623	432377.418035696
84068.3066777522	84975.5226856012	82695.1685839102	251738.997947264
94790.5918611313	96148.4861879894	97279.8901477617	288218.968196882
83849.1917407682	82748.1295633028	85674.5837611764	252271.905065247
89640.621907148	92782.6988982812	92702.4000829677	275125.720888397
67933.7834870771	68339.1975327228	70508.8019496886	206781.782969489
84393.8341959165	81876.238267347	85697.1722133928	251967.244676656
103414.220620411	105619.039352856	104855.120225248	313888.380198516
80534.1988627787	81356.2765230123	82842.0270888085	244732.502474599
97529.1001672953	98932.859586756	102481.78360193	298943.743355981
119911.389064401	121493.21275841	122427.34348251	363831.945305321
83362.1621233599	87980.966532995	81158.0741539054	252501.20281026
90185.680762507	89217.0240779845	86586.5393385094	265989.244179001
155117.167255232	154115.865652602	154811.922624792	464044.955532626

82120.3505707853	77520.4253564104	79004.0235114253	238644.799438621
120229.710618673	123637.496237605	122190.292393265	366057.499249543
80461.746988711	78914.8479886455	79447.5461881892	238824.141165546
78190.80107635	77005.5415650859	71662.940299529	226859.282940965
115552.408912091	115721.829476268	115221.353076305	346495.591464663
93628.5597058054	94236.6571920912	94513.5646612785	282378.781559175
75665.8978707251	73743.8511875772	78887.3188769961	228297.067935298
93511.3123784479	91230.6729431008	90794.8350667764	275536.820388325
178259.122635609	177889.251333183	175973.056850495	532121.430819288
78110.2677672756	79863.970392381	84119.8929978823	242094.131157539
91395.1545903698	95075.4103252528	94255.2539315449	280725.818847168
108479.291083514	108368.845042818	108097.397703332	324945.533829664
73312.3941245471	72038.8421524448	73904.6587009969	219255.894977989
147973.314077935	147749.456965824	153857.788399756	449580.559443515
110447.813474969	111950.456454002	113614.204223014	336012.474151985
75754.4354648926	74821.3795425183	77290.7652636925	227866.580271103
145452.498612314	147158.500474722	150595.624673731	443206.623760767
94176.5656554297	90211.894924935	96664.0547857844	281052.515366149
149200.6127685	149613.544123049	148412.217759367	447226.374650916
103655.848510316	107502.342885936	107008.566316007	318166.757712259
106354.185668657	103212.213720819	106615.696786766	316182.096176243
218844.58926247	225126.796407683	220739.985673349	664711.371343502
105520.819378457	100329.650008464	104457.063181865	310307.532568787
151367.651964373	151650.107598282	151426.552781173	454444.312343828
83955.1043461545	82654.3066783795	84155.4137095332	250764.824734067
145806.395675624	146322.555374802	145072.405781267	437201.356831693
149043.30938865	151906.274145341	155875.140851011	456824.724385002
72832.9072108317	72741.2350082665	74088.5630510792	219662.705270178
80184.6578721375	81604.0150990393	81539.5092231634	243328.18219434
88097.0344599316	88206.8617219489	90824.0215979796	267127.91777986
87361.3927363779	88398.931235307	87850.328083475	263610.65205516
149127.200929761	152274.915431529	151312.138505493	452714.254866783
146151.119739544	148910.928502282	144819.387944596	439881.436186421
214346.691616317	219742.454866396	222279.010371054	656368.156853767
93287.5398177605	93664.3153770784	97551.2541928755	284503.109387714
84555.2902265784	84455.1175169155	82329.6563168564	251340.06406035
83342.5035458039	78032.6866766894	83359.5306054356	244734.720827929
80684.1345677098	79572.1551434856	82866.8119715491	243123.101682744
92955.7529593352	94983.8768541193	95251.9229426497	283191.552756104
94306.9363180836	95119.0220024611	92350.3843708176	281776.342691362
161123.289184058	158237.528339514	150154.520715471	469515.338239043
86480.4619810951	85942.35235497	85918.1772812486	258340.991617314
157025.044698549	153844.222579903	155383.248744611	466252.516023063
96211.1744617047	96824.9218569778	90931.222639468	283967.318958151
78563.0041013188	84271.1668646148	79980.7425087457	242814.913474679

87273.0773162929	92004.3721519386	85563.0434662153	264840.492934447
118020.201149395	117337.761260345	110332.467724923	345690.430134663
102759.45249564	105497.324196867	101293.305388034	309550.082080541
84884.3458669308	81646.6657014322	82206.3144197105	248737.325988073
83855.6159203507	83078.4388797984	81225.9589725783	248160.013772727
155058.190094656	152267.821481329	154634.379041708	461960.390617692
163089.811468311	162033.812094204	155524.463253504	480648.086816019
157886.125131738	156666.073502329	154498.62005332	469050.818687387
104222.491031753	106210.346219795	106747.495844601	317180.333096149
158966.04391443	155854.193446039	161062.818530988	475883.055891457
87695.7261326468	86372.7082138403	83685.9823379751	257754.416684462
156556.130474844	155658.43814927	155431.829495817	467646.398119931
120106.519969703	114373.573071171	109826.250313719	344306.343354593
177560.755272003	174779.307316081	172845.850296383	525185.912884468
73548.4936200109	76513.5784016728	75138.8274760214	225200.899497705
84229.8650867686	84369.2411778718	80353.0889976462	248952.195262287
81693.3727676433	82830.1750271063	79476.2874610768	243999.835255826
158350.068931848	152809.889378918	148218.743496824	459378.701807591
180329.46381446	180178.148045447	170370.631033614	530878.242893521
91283.967251323	92919.3501098512	92938.2988318415	277141.616193016
149258.098808489	155054.512383049	158977.502220862	463290.113412401
127533.60063232	130810.11105451	127894.798207218	386238.509894049
160385.059607184	154431.510867791	151141.780778953	465958.351253928
90224.0595378291	87504.8218915226	88405.1574003055	266134.038829657
156497.855423919	153886.368863708	158373.216753738	468757.441041365
90691.1315166703	88584.8822072735	89946.751827021	269222.765550965
83592.0227069267	82923.8394104183	81511.8725537714	248027.734671116
144023.896234033	144228.702307111	145350.662840213	433603.261381357
83781.1117369873	83337.4433583587	85504.1420681431	252622.697163489
82069.4375506432	81198.7340590144	77680.2893233747	240948.460933032
76504.3654927465	75370.2625928362	72354.0092911249	224228.637376708
106493.788431104	109266.990398613	100948.341266651	316709.120096368
92752.3932514977	92610.6253192433	94786.9080675433	280149.926638284
84978.0141137146	83666.9248766749	85241.7956552408	253886.73464563
149924.479836747	141558.985447002	141373.006411535	432856.471695283
144646.219336626	145724.216787721	148105.176602919	438475.612727266
86166.0137306527	90496.9734487369	90902.7504811729	267565.737660563
103812.078032986	104866.77595747	101053.131403162	309731.985393617
155698.17529691	147536.846414305	156940.291171432	460175.312882647
73857.2644860466	75732.6545231548	80445.3057739348	230035.224783136
87607.878176444	89535.4868347253	91564.1977777234	268707.562788893
70925.8199393062	73497.4360180526	73685.1757000994	218108.431657458
150438.590096749	151980.03758615	153061.889405865	455480.517088765
80984.4139701106	76710.1321691824	80195.4757201899	237890.021859483
113524.785515105	113615.398948577	109381.275319798	336521.45978348

85814.4708336431	84984.1589217042	88529.224550198	259327.854305545
93429.14479365	92049.0164711662	95302.1067846447	280780.268049461
85788.846495948	84337.7968284315	87954.5539640272	258081.197288407
88626.7300688431	88421.2323991285	85694.6770983485	262742.63956632
112870.533028268	116506.01189308	112514.227381802	341890.77230315
88833.7685180229	90822.2924761674	89545.9157975486	269201.976791739
84257.5130444694	83626.9650755578	84924.3838493537	252808.861969381
68222.4903853468	68796.3848704837	67851.2867053921	204870.161961223
112730.188915788	111807.068482914	115542.066330985	340079.323729687
100780.604786119	99506.1815371037	102897.569060768	303184.35538399
84361.336090414	83847.854119487	81574.6357545427	249783.825964444
83748.6397351887	84163.5271666044	85273.9731207199	253186.140022513
150036.007756009	149097.923299468	151563.628318885	450697.559374362
80520.2783330891	80611.638014051	80564.9977416654	241696.914088805
78873.2679519921	79956.9288795054	81708.9369635284	240539.133795026
77918.8376121725	81608.8445750716	80128.0252269307	239655.707414175
67141.5897632069	70581.0235634859	67916.198265075	205638.811591768
153315.887678617	152563.699281638	160575.641220959	466455.228181213
84461.9655390477	86440.2717161161	85080.7701003755	255983.007355539
88051.8703882996	86966.1949722559	88561.8226051224	263579.887965678
158472.859711549	158505.616144722	152356.029367725	469334.505223997
92738.8200575144	92897.0240832917	91618.2497562457	277254.093897052
70700.8560513482	67944.6130515284	70748.6289440037	209394.09804688
153993.706223432	159667.704283671	157388.778402652	471050.188909755
83909.3987748869	82652.2684220108	84196.9421194574	250758.609316355
84388.395355804	84953.9444828456	82002.4275703558	251344.767409005
79087.5985133381	81614.5742706851	79766.3487232555	240468.521507279
73076.4898209837	74416.062450368	77789.9157849761	225282.468056328
75225.8073082732	73721.9699058029	75107.0751620984	224054.852376174
108724.22886803	114449.522273767	111431.640013741	334605.391155538
90942.1425621791	87239.9995630955	83928.9553169105	262111.097442185
159053.672173432	169338.082818813	165529.84132016	493921.596312405
80942.6932238175	79839.8526640112	77046.9900286117	237829.53591644
81639.2002040066	83641.9358058749	79284.6108690073	244565.746878889
114448.591959678	115478.987729157	117221.292418966	347148.872107801
102700.779683742	103585.452011008	103893.600509293	310179.832204043
92770.1769567122	93301.6622044375	93305.2721009043	279377.111262054
151889.812370573	151519.748402862	153829.193964208	457238.754737643
88333.3660526221	87107.7826760639	89189.0322436335	264630.180972319
95609.9082579265	92441.6693657288	95150.9562624935	283202.533886149
77485.0007248362	79660.6498939204	82890.7520964213	240036.402715178
87270.483872559	87385.8936069951	88474.5177369036	263130.895216458
74342.9740654061	72860.2991230588	73475.6360427792	220678.909231244
83746.4640731968	84689.9435307157	83908.2351461417	252344.642750054
110921.194106315	112071.279135774	111431.174836151	334423.648078239

142502.181578165	138566.978819098	140369.520303456	421438.680700719
78264.6092634616	77995.3565301643	78642.1513837768	234902.117177403
148066.727508436	149616.09795073	139715.760336453	437398.58579562
89999.1515565919	88025.6019950242	88586.9808905252	266611.734442141
76554.9004857071	75422.4164229824	77563.5969068317	229540.913815521
156178.753052088	154768.513342749	157596.931211894	468544.197606731
154287.526262817	155579.251547033	155630.142830978	465496.920640828
85550.3312103262	84027.0829598208	86250.2029641518	255827.617134299
93698.3473978548	89163.4626387826	92830.0680171338	275691.878053771
81624.4339427126	80112.9420326216	85150.3268487345	246887.702824069
99530.9150620839	99099.917244555	100249.293578602	298880.125885241
72216.1636087814	71738.7668790674	72758.627569939	216713.558057788
80514.7240609781	81149.8382052939	77873.901625991	239538.463892263
93043.3340998398	92134.5979830263	92907.995210872	278085.927293738
77151.9599153057	77018.97745397	78356.2089931202	232527.146362396
83221.6368971255	84374.0624429393	82035.086446107	249630.785786172
156231.876435433	153697.601664719	157609.814222887	467539.292323039
77327.8494279698	79977.9545023116	74346.0687963472	231651.872726629
75386.9458074863	73971.2155649539	72057.3827950843	221415.544167524
98632.5889630301	96060.3421204938	100445.427435322	295138.358518846
111104.22382869	114063.453535549	114662.683944759	339830.361308998
192394.113650889	189072.59000952	186650.214494728	568116.918155137
107762.730629714	111056.140453002	108918.403592683	327737.274675398
146818.260943663	138925.382629812	144478.897287578	430222.540861053
86302.0299462255	88867.5094572384	82508.5242990257	257678.06370249
76883.7763261751	74290.3297464683	72749.9373450491	223924.043417693
82358.0070688186	81414.4274256784	82198.3596701374	245970.794164634
86809.8923860429	87468.4458106531	87971.5808609461	262249.919057642
67507.2958640903	66838.5785566733	68333.9009953562	202679.77541612
79861.1627576468	80387.1883199336	81604.2265249237	241852.577602504
93633.7213883546	94735.4487154771	92637.4130219775	281006.583125809
94317.6543701237	93309.2786155025	95111.7085546558	282738.641540282
143563.871351627	153296.486666715	149753.981128991	446614.339147334
88685.5121037575	85621.0201152053	86949.6121919236	261256.144410886
91770.9929621028	91399.1310760639	89626.3397117294	272796.463749896
131738.934137107	129433.490579164	124334.237957206	385506.662673477
114687.437495297	114326.821371453	112865.178481424	341879.437348173
153159.315022004	153673.508882438	152079.10921102	458911.933115462
84676.0437957079	85919.2466129004	88523.1707461023	259118.461154711
84727.3726210705	86954.8290964159	86307.0377864901	257989.239503976
72058.8043042279	72591.0912585366	73474.8024507377	218124.698013502
85938.5366094834	84691.3923530699	85955.950241786	256585.879204339
67496.0604105934	70093.1460479186	70461.6138691875	208050.820327699
148647.719983381	148866.132697793	154975.03605697	452488.888738145
94139.7674567783	86912.244826468	89376.9013304708	270428.913613717

88958.7080617161	88570.7678049732	86573.7739331991	264103.249799888
142741.470106535	146147.949097166	139464.495406416	428353.914610117
72549.0340730859	73264.8708260779	73741.3314080712	219555.236307235
79233.685112899	85978.8805767655	84431.8791849952	249644.44487466
95082.637458307	92446.2828613373	92615.2645951058	280144.18491475
223764.403167016	221267.73483737	222190.515826022	667222.653830408
77343.5133585217	76563.0534359654	76387.9085203692	230294.475314856
119476.995145498	121370.265806903	119570.36290274	360417.623855142
105648.222528903	108638.169740784	104027.457287021	318313.849556707
118120.301940978	118692.535104478	114356.328559732	351169.165605189
77712.6125828	76325.5766022147	78485.2956058776	232523.484790892
153546.579488502	154686.780984228	160665.021257529	468898.381730259
122231.74149762	125778.242342016	125449.371208083	373459.355047719
82718.280323868	85881.4155199393	83105.5136123425	251705.20945615
149889.135679052	145226.660380746	145555.024333625	440670.820393424
147255.883158949	149133.489303383	152196.27378496	448585.646247292
162002.425787383	161955.917547683	164166.846139381	488125.189474447
165226.92980661	166409.122690577	161042.059475512	492678.111972699
87819.1990225295	86493.2524460887	88312.9755074891	262625.426976107
95696.9102920691	92973.7757010855	96209.8917758567	284880.577769011
87583.0642005668	89719.3538738569	88976.3899386014	266278.808013025
79920.1064706299	79186.7572378928	82041.8265233747	241148.690231897
155617.228621848	155081.286360598	150572.632471292	461271.147453737
181319.819350732	189433.349167778	188447.212328097	559200.380846607
83180.2471583605	83257.2303410993	86051.3345888788	252488.812088339
75008.2245970988	76628.1305921568	77574.6555071778	229211.010696433
83744.7846463088	88025.027992169	89747.2456573289	261517.058295807
79399.3463344097	81281.6831840527	80215.2280671039	240896.257585566
76139.9200170723	79128.4887579452	71573.6439074566	226842.052682474
110947.240563471	107232.838789974	104030.166084218	322210.245437663
152774.107191326	152751.153324395	155775.717789787	461300.978305507
81421.8258962643	79526.0890148154	79884.1083893301	240832.02330041
77438.4478043549	78873.1874074717	76997.3590347018	233308.994246528
154814.505923333	153991.222034808	150622.032517121	459427.760475262
84044.4026983424	88244.0603702858	88715.9348200598	261004.397888688
101312.797479103	104311.066729519	103403.452959024	309027.317167646
88286.6988983275	87992.4526589786	87415.7437348157	263694.895292122
150348.449460596	147030.924969361	149357.973983959	446737.348413916
86408.2643283738	88481.7483053209	88315.2452331543	263205.257866849
85275.2723376658	85079.4658534805	87149.0121764974	257503.750367644

Fonte: Elaborada pela própria autora.

Tabela 4 – Dados do alimentador 33500

Custos de energia no sistema trifásicos			Somatório
80311.9157866412	78543.0068712283	80166.1940365643	239021.116694434
67597.4301576101	72585.7925768393	70956.2733993612	211139.496133811
78410.6511299313	80504.5420838637	76991.951608243	235907.144822038
75561.8461608011	76864.5202208339	78935.8285897894	231362.194971424
88997.714970483	88630.6249108619	92300.2349403366	269928.574821681
133240.954315146	123148.352117732	125690.041114597	382079.347547475
67846.1619892531	65717.532055115	67565.1088443995	201128.802888768
108626.099794199	102490.916201448	104348.854334295	315465.870329943
99287.1027685749	98450.9252199878	102015.890322492	299753.918311054
141109.204025265	136366.503649769	130611.165391167	408086.873066201
83849.7472969612	88155.9422487744	86187.4256031972	258193.115148933
53420.7800163484	54832.4789253597	51181.4020196365	159434.660961345
96265.2457575268	95898.6768545315	96341.4660872021	288505.38869926
92137.9902783387	92846.7665544891	96354.7032927391	281339.460125567
129056.529791495	118685.760712813	120328.96984233	368071.260346638
80713.7331174705	76943.2418439364	81637.4084734133	239294.38343482
73890.1590704896	73285.6004699814	70417.1200515734	217592.879592044
66352.2964269574	65736.5315375623	68583.190615102	200672.018579622
94928.765273881	98482.1307095767	96137.4225931911	289548.318576649
126247.450145492	129881.604603579	123741.904994163	379870.959743234
65286.147878064	63875.8194372109	64871.8762673035	194033.843582578
99112.9680263643	102129.053387094	101857.631940437	303099.653353895
77522.8177742463	77466.8603993861	75741.9236009357	230731.601774568
56092.1310364711	53964.3034004777	57788.8033181674	167845.237755116
70306.2048595586	68615.4442530811	69440.8323671962	208362.481479836
113758.299167071	119712.426206455	115846.336863335	349317.062236861
99621.0519311805	109301.216383657	102124.361315101	311046.629629939
85781.4006353032	84730.4938330369	85086.4401328499	255598.33460119
94206.5390578137	92189.4881316457	91907.8855423083	278303.912731768
65148.3040991727	65656.9934394871	63746.4319005095	194551.729439169
102179.239688837	103349.762939555	102810.56909659	308339.571724982
95315.0417620984	95809.4859191104	99278.2692165244	290402.796897733
108503.623172276	106034.014288236	107418.313946299	321955.951406811
105054.802110449	107470.912166858	112044.400024188	324570.114301495
61286.7363175296	60338.422684078	61313.1443735231	182938.303375131
100164.106911354	100324.202973428	105968.645382606	306456.955267388
90974.4054465989	94880.0812522576	93635.9602845241	279490.446983381
116295.476389523	110543.516667217	116052.119612364	342891.112669104
101516.993239243	101491.687219688	99642.3911664864	302651.071625417
43444.8410546434	45359.5663969586	43669.3485464915	132473.755998093
63417.3543150216	65034.9292314935	66435.9482308794	194888.231777394
104214.582188661	107815.701465826	103097.7196249	315128.003279387

75153.8630025951	78404.1029908962	76176.6864021087	229734.6523956
98557.2586373899	99968.3133157339	102453.070665537	300978.642618661
78415.5490836445	81262.3000587021	78775.3363775619	238453.185519908
98493.3538047538	98132.5135986759	97460.2779362029	294086.145339633
102331.4413055	100533.796307361	105332.643805917	308197.881418777
70679.7991906478	66810.9303540917	69788.2483493831	207278.977894123
88442.8351199776	88271.2723300158	85627.001247708	262341.108697701
77171.5964696372	77222.9969059697	77884.8547502773	232279.448125884
85778.7933097718	88469.0028857815	85474.6761073726	259722.472302926
93068.8934939852	93145.2262828393	93614.8229803072	279828.942757132
73703.8940149961	74544.546620174	71438.1790026164	219686.619637787
93504.8086179916	96640.6688267898	97941.9419134645	288087.419358246
42999.3263305488	45527.0383915857	42926.0269777195	131452.391699854
51426.6657451365	49921.7968304399	52038.4301102702	153386.892685847
65300.0574234414	64220.9024754809	67393.5777650044	196914.537663927
97322.4807676675	99564.9410577474	99313.1104497718	296200.532275187
71561.7837431002	68733.6002887857	74023.2420345193	214318.626066405
73970.7842955686	72413.9291444518	77622.6937854445	224007.407225465
51007.9747766364	48387.5468294643	48060.8942956066	147456.415901707
71581.5888344498	70197.2045657778	71985.095962036	213763.889362264
72247.124743135	76622.1444959838	69362.0870815515	218231.35632067
89283.8649062183	86821.1381802955	82944.3699023523	259049.372988866
111273.236195855	117242.919837667	114766.407183118	343282.563216641
61516.0100536664	62833.5045800901	61150.3352381732	185499.84987193
112795.238616499	116392.840983261	114795.544937235	343983.624536996
94887.5534647448	93108.6559938768	97416.4776536831	285412.687112305
120431.413491685	117295.375587398	123045.400757796	360772.189836879
66108.1791390338	69990.7201145102	73397.7954251204	209496.694678664
100526.144053611	97620.6398975669	98184.2012870829	296330.98523826
114898.113075103	108315.474549817	115838.773147986	339052.360772906
125255.40160368	122544.507811468	124803.330782056	372603.240197204
110626.949100685	111798.95263235	109169.206314638	331595.108047672
62324.378814194	66449.4138917102	64468.4169169604	193242.209622865
45843.7968149172	44111.861131952	46163.310330774	136118.968277643
69084.7691814965	70196.5140460839	70825.9204670996	210107.20369468
99721.5611602249	98518.5061922411	99370.2941567446	297610.361509211
103335.537517865	102061.92668119	100189.110457367	305586.574656422
89384.388895348	85686.9022001932	85299.065774035	260370.356869576
88237.3290102686	85696.0156434762	87235.3524332091	261168.697086954
68892.2935491538	69104.6846114815	73477.5493736854	211474.527534321
86965.7855645124	84408.5601392074	84490.5937443252	255864.939448045
96776.9408818277	94578.3463267134	92068.4866653198	283423.773873861
101075.920539451	100057.679845984	103250.234567279	304383.834952714
104721.346115886	104752.262745242	105351.713985906	314825.322847035
99016.6913694038	102884.429156381	97643.302226919	299544.422752703

99626.3093956452	99673.20879604	100928.916952427	300228.435144112
112659.149561734	116071.270691072	115970.105855678	344700.526108484
94298.7016805638	97923.7887087404	98568.2505603984	290790.740949703
51876.4040843299	53203.5706747563	51003.5078729699	156083.482632056
114825.211300312	111381.678026523	109996.836595423	336203.725922258
97077.8789030153	97516.6522303983	96669.3315484513	291263.862681865
117794.483405512	126615.692692136	120920.453438268	365330.629535915
105160.736591034	101739.722864134	103143.841381452	310044.30083662
130540.228973728	134090.129783401	138382.987203083	403013.345960213
116636.805706318	116727.978781623	117752.197260621	351116.981748563
108854.547656798	106811.088706048	105671.595065345	321337.23142819
87155.2706161063	81255.0071604512	79727.1044783899	248137.382254947
83578.1094609514	82453.5610173607	81298.6212307006	247330.291709013
127034.200116225	130016.34166061	129940.980819939	386991.522596774
116668.374019952	123953.326420942	118171.835549514	358793.535990408
137553.586346965	133606.291370681	134307.409272798	405467.286990444
90621.3621362193	89854.7147626665	88695.1821383705	269171.259037256
104135.516468042	107537.835700208	108614.866021463	320288.218189712
84197.856709972	88527.3801475154	85152.2599833515	257877.496840839
124736.574535749	120136.027599742	123450.387628004	368322.989763495
85544.2265536581	88052.888405883	83002.0279852159	256599.142944757
126073.641384809	127978.862860916	123511.12036361	377563.624609336
114100.470272847	107450.574988832	112139.551709534	333690.596971212
99004.35276248	103895.096544901	100647.9514781	303547.40078548
108968.957841096	107010.202215275	106732.555162023	322711.715218394
109744.365343294	108438.583489518	103168.685891211	321351.634724023
122032.853635243	121494.843248616	119726.876583911	363254.573467771
40626.7434965756	39865.436980151	39101.3352251084	119593.515701835
97543.6584561018	97451.2883303636	98900.1686593509	293895.115445816
101308.231602272	99310.253037488	100535.63260968	301154.11724944
97381.8621955646	102679.032333507	102910.898700782	302971.793229854
101298.186738492	107278.398301563	102890.813659369	311467.398699424
90472.5771049628	92059.1638353682	90182.627208608	272714.368148939
102933.862410473	104159.674622438	102690.125238549	309783.662271461
43116.8162691914	46195.4968039245	42681.5672673517	131993.880340468
108987.602641081	107260.922187156	111972.643006371	328221.167834608
123568.281987185	116628.037700179	122685.544021968	362881.863709331
105472.91875025	108380.100250072	110217.720741469	324070.739741791
98610.9853419897	99048.5326468719	104611.526831864	302271.044820725
76090.0114973125	71797.296235156	76711.4527494443	224598.760481913
126040.313720299	121753.700033015	126886.142457639	374680.156210953
103889.409394017	105663.234704651	102872.311364817	312424.955463485
104830.457148853	98991.5396116732	104345.112760721	308167.109521247
74968.6977819011	72107.7985745418	74805.6519487978	221882.148305241
63522.0138896653	62345.1625206073	63473.4218245166	189340.598234789

118895.887911518	119702.374529184	120675.131594942	359273.394035644
71811.6319528194	70434.1296509347	71066.8411040609	213312.602707815
101104.378521604	93953.9104590241	101522.13181847	296580.420799098
93349.3487176494	94183.9913759092	97194.2277847291	284727.567878288
108920.583193229	106507.15711505	107155.489930051	322583.230238331
98748.1175146771	102696.095722177	101311.001046592	302755.214283446
99733.2570881133	100265.160112242	100840.160942387	300838.578142742
68745.6744995276	65701.966905436	66983.2591162426	201430.900521206
80015.5941257576	80952.4138884526	83103.0970280452	244071.105042255
91735.5065784635	90921.6644395364	91006.7312801085	273663.902298108
103178.958842876	98434.3245767162	101005.026435224	302618.309854816
128748.31392937	124847.64703235	129852.454115333	383448.415077052
79027.2962675709	86428.3762669972	82433.7704208193	247889.442955387
104194.839637824	105576.760947137	102831.377775587	312602.978360548
73388.0892409594	73203.1968280313	77051.0687817734	223642.354850764
71068.3734339053	67471.7411206854	70401.0168509426	208941.131405533
92580.476981765	94222.985710461	87487.067766097	274290.530458323
74833.976320415	75783.6442116932	70880.7936755115	221498.41420762
67790.4681164683	62264.3076290373	68518.4334509304	198573.209196436
90220.9307988681	85009.3566117481	90223.1678844879	265453.455295104
67773.9128762852	68621.2312245707	70824.8720297222	207220.016130578
100130.956931869	104430.761121638	99712.0264990567	304273.744552565
87712.2704158598	88380.289567132	89243.7998707027	265336.359853695
98030.682579255	95550.3366718767	97036.4964074585	290617.51565859
118582.626709088	126401.210974455	120727.749935689	365711.587619233
76750.0908570044	79025.3592468515	78686.2112571497	234461.661361006
126167.010797926	124932.590119068	122821.598748968	373921.199665962
77524.9915262395	80196.2573759043	82659.6460831071	240380.894985251

Fonte: Elaborada pela própria autora.