



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Jackson Angell Alves e Silva

Impacto do Posicionamento de Geração Distribuída em Redes de Distribuição:
Análise de Potência Ativa, Perdas Ativas e Tensão em um Alimentador Real de Mossoró-RN

MOSSORÓ

2025

Jackson Angell Alves e Silva

Impacto do Posicionamento de Geração Distribuída em Redes de Distribuição:

Análise de Potência Ativa, Perdas Ativas e Tensão em um Alimentador Real de Mossoró-RN

Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Elétrica do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Linha de Pesquisa: Sistemas de Potência

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Pereira da Rocha

Co-orientador: Prof. Dr. Rogério Diogne de Souza e Silva

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS586 Silva, Jackson Angell Alves e.
i Impacto do Posicionamento de Geração Distribuída
em Redes de Distribuição: Análise de Potência
Ativa, Perdas Ativas e Tensão em um Alimentador
Real de Mossoró-RN / Jackson Angell Alves e Silva.
- 2025.
117 f. : il.

Orientador: Ednardo Pereira da Rocha.
Coorientador: Rogério Diogne de Souza e Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Engenharia Elétrica, 2025.

1. geração distribuída. 2. redes de distribuição.
3. perdas elétricas. 4. estabilidade de tensão.
5. opendss. I. Rocha, Ednardo Pereira da, orient.
II. Silva, Rogério Diogne de Souza e, co-orient.
III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Jackson Angell Alves e Silva

Impacto do Posicionamento de Geração Distribuída em Redes de Distribuição:

Análise de Potência Ativa, Perdas Ativas e Tensão em um Alimentador Real de Mossoró-RN

Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Elétrica do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Linha de Pesquisa: Sistema de Potência

Defendida em: 28/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Ednardo Pereira da Rocha, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Rogério Diogne de Souza e Silva, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Adriano Aron Freitas de Moura, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Jonatha Revoredo Leire da Fonseca, Eng. Dr.
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

O trabalho humano se organiza sempre de forma coletiva desde o começo da humanidade. Dessa forma utilizo deste momento para agradecer as pessoas que durante esse período contribuíram para construção desse trabalho.

Agradeço, primeiramente, ao professor Rogério Diogne, pelo acolhimento, compreensão, encorajamento, apoio que fez com que esse trabalho fosse possível.

Ao professor Ednardo Pereira que nos conhecemos desde a graduação e primeiro me apresentação o universo da geração distribuída fotovoltaica. Agradeço que me ofereceu nos momentos chave durante esse percurso.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, por existir e pela oportunidade de ingresso no mundo da pesquisa acadêmica.

A Paulo Radatz, agradeço, por apresentar e ensinar as ferramentas utilizadas nos processos de elaboração dessa pesquisa.

Agradeço aos professores e colegas da graduação que me acompanharam em muitos momentos, em especial, Elis Regina, Ébert Valter e Anuar Bezerra pela presença, apesar da distância.

Grato a minha família, em especial, meus pais: Sônia Alves e José Bezerra por ter me dado a régua e compasso para uma vida toda. À minha irmã, Jhéssika Angell companheira de uma vida toda que me ensina constantemente o caminho da ciência. À Michela Calaça, minha irmã, companheira de luta, dirigente, me ensinou que a vida é tomar partido e a dedicação aos estudos como fundamental. Em especial, à minha companheira de vida, Raquel Martins, pela compreensão, cuidado e dedicação, sempre me mostrando que existe um caminho que pode ser leve e afetuoso. À Dunfrey, meu cunhado, pela mão sempre estendida nessa trajetória. À Francisco Mariano, pelas elaborações de sistemas mentais de geração de energia. Meus sobrinhos, Matthäus, Lênin e Zaki que são as sementes do amanhã, trazem esperança.

Aos amigos e amigas presentes na minha vida e durante esse processo pela companhia, conversas, cervejas, celebrações, risos. Dessa forma, agradeço a Simone, pelas acolhidas e cafés, Camila Paula, Carlos Jr., Artur, Igor, Monalisa, Geisa, Andréa, Hans, Fabrine, William. Aos amigos e amigas do *pit*, Edney, Geovana, Lucas, Luis.

Aos companheiros de luta e amigos, agradeço a Larissa, Juliana, Romana, Rafael, Paulo, Yadson, pelo fortalecimento, papos e vitórias.

Por fim, a todas e todos que foram importantes nesse momento de estudo e escrita.

ÉPIGRAFE

“Os homens fazem a sua própria história; contudo, não a fazem de livre e espontânea vontade, pois não são eles quem escolhem as circunstâncias sob as quais ela é feita, mas estas lhes foram transmitidas assim como se encontram”.

Karl Marx

RESUMO

A crescente inserção da Geração Distribuída (GD) tem transformado as Redes de Distribuição de Energia Elétrica (RDEE) mudando sua topologia clássica, trazendo a princípio benefícios como redução de perdas, alívio do carregamento dos alimentadores e estabilidade na tensão. No entanto, com o aumento penetração GD nas redes de distribuição sem planejamento adequado que considere os locais de instalação e a quantidade de potência de geração geram impactos negativos, como: inversão do fluxo de potência no alimentador, aumento nas perdas ativas e elevação de tensão para além dos limites regulatórios. Este trabalho tem como objetivo analisar o impacto da GD em uma rede de distribuição real localizada em Mossoró-RN, avaliando seus efeitos sobre potência ativa no alimentador, perdas ativas e variação de tensão. Para isso, foram desenvolvidos quatro cenários distintos com quantidades e posicionamento variados da GD, variando os níveis de carregamento em 30%, 50%, 70% e 90%. Para cada carregamento foi realizado uma injeção de potência na rede variando de 0 a 4.400 kW, utilizando o software *OpenDSS* em conjunto com *Python* para as simulações de cada cenário. Os resultados indicam que tanto a posição da GD como sua potência têm influência direta nos níveis de tensão, nas perdas que apresenta comportamento de redução ou aumento, variando com os cenários propostos. Sendo a distribuição de quatro geradores tanto na parte mediana quando nos finais de trecho do circuito estudado apresentaram o melhor desempenho comparando com a injeção concentrada em um único local. O estudo contribui para a definição de diretrizes para a alocação estratégica de GD, auxiliando concessionárias e formuladores de políticas na mitigação de impactos adversos e otimização da operação da rede.

Palavras-chave: geração distribuída, redes de distribuição, perdas elétricas, estabilidade de tensão, *OpenDSS*.

ABSTRACT

The increasing integration of Distributed Generation (DG) has transformed Distribution Networks (DN), changing their classic topology, bringing benefits such as loss reduction, feeder load relief and voltage stability. However, with the inadequate allocation of DG, considering the installation sites and the amount of generation power, it can generate negative impacts, such as the inversion of the power flow in the feeder, an increase in active losses and a voltage rise beyond the regulatory limits. This work aims to analyze the impact of DG on a real distribution network located in Mossoró-RN, evaluating its effects on active power in the feeder, active losses and voltage variation. To this end, four different scenarios were developed with varying amounts and positioning of DG, varying the load levels by 30%, 50%, 70% and 90%. Power was injected into the grid for each load, ranging from 0 to 4,400 kW, using OpenDSS software in conjunction with Python for the simulations of each scenario. The results indicate that both the position of the DG and its power have a direct influence on voltage levels and losses, which show a decrease and increase depending on the scenario. The distribution of the four generators in the center of the circuit or at the end of the grid showed the best performance compared to concentration at a single point. The study contributes to defining guidelines for the strategic allocation of DG, helping utilities and policymakers to mitigate adverse impacts and optimize grid operation.

Keywords: distributed generation, distribution networks, electrical losses, voltage stability, OpenDSS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Potência no alimentador (Curva de Pato).....	33
Figura 2 – Subestação no <i>OpenDSS</i>	39
Figura 3 – Alimentador 1928.....	45
Figura 4 – Perfil da tensão ao longo do alimentador	47
Figura 5 – Fluxograma do algoritmo utilizado	50
Figura 6 – Localização da GD – Cenário A.....	52
Figura 7 – Resultados do cenário A.....	53
Figura 8 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário A.....	54
Figura 9 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário A.....	55
Figura 10 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário A....	55
Figura 11 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (90% de carga) – Cenário A....	56
Figura 12 – Localização da GD – Cenário B.....	57
Figura 13 – Resultados da cenário B	58
Figura 14 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário B	59
Figura 15 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário B.....	60
Figura 16 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário B.....	60
Figura 17 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário B.....	61
Figura 18 - Localização da GD – Cenário C	62
Figura 19 – Resultados da Cenário C	63
Figura 20 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário C.....	64
Figura 21 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário C.....	64
Figura 22 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário C	65
Figura 23 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (90% de carga) – Cenário C	66
Figura 24 – Localização da GD – Cenário D.....	67
Figura 25 – Resultados do cenário D.....	68
Figura 26 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário D.....	68
Figura 27 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário D.....	69
Figura 28 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário D	69
Figura 29 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (90% de carga) – Cenário D.....	70
Figura 30 – Distribuição das cargas de média tensão	89

Figura 31 – Tipos de curvas das cargas MT	90
Figura 32 – Distribuição das cargas MT por tipos de Curva	90
Figura 33 – Distribuição das potências das cargas conectadas em BT	91
Figura 34 – Tipos de curva BT	92
Figura 35 – Distribuição das cargas BT por tipos de Curva	93
Figura 36 – Curva de Potência Alimentador 1928 e Carregamento	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Código para os transformadores no <i>OpenDSS</i>	40
Tabela 2 – Propriedades da Carga	40
Tabela 3 – Código para as cargas no <i>OpenDSS</i>	42
Tabela 4 – Propriedades da linha.....	42
Tabela 5 - Código para as linhas no <i>OpenDSS</i>	43
Tabela 6 – Código para os Geradores Distribuídos no <i>OpenDSS</i>	44
Tabela 7 – Carregamento utilizado nas simulações.....	46
Tabela 8 – Barramentos utilizados nos cenários.....	48
Tabela 9 – Posicionamento e quantidade das GDs nos cenários	51
Tabela 10 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário A	56
Tabela 11 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário B	61
Tabela 12 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário C	66
Tabela 13 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário D	70
Tabela 14 – Potência no alimentador e nível de penetração.....	71
Tabela 15 – Desvio Padrão	72
Tabela 16 – Potência no alimentador em kW com o máximo de injeção.....	73
Tabela 17 – Perdas ativas – 30% de Carga (718,94 kW)	74
Tabela 18 – Perdas ativas – 50% de Carga (1.936,04 kW)	75
Tabela 19 – Perdas ativas – 70% de Carga (3.351,11 kW)	76
Tabela 20 – Perdas ativas – 90% de Carga (4.689,73 kW)	77
Tabela 21 – Tensões Máximas – 30% de Carga (718,94 kW)	79
Tabela 22 – Tensões Máxima – 50% de Carga (1.936,04 kW).....	80
Tabela 23 – Tensão Máxima – 70% de Carga (3.351,11 kW).....	81
Tabela 24 – Tensão Máxima – 90% de Carga (4.689,73 kW).....	82
Tabela 25 – Descrição dos nomes das curvas.....	91
Tabela 26 – Parâmetros do Alimentor 1928	94
Tabela 27 - Parâmetros dos condutores das linhas	94
Tabela 28 – Linhas de Distribuição do Alimentador 1928.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BDGD	Base de Dados Geográficos da Distribuidora
BT	Baixa Tensão
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
COPEL	Companhia Paraense de Energia
COSERN	Concessionária de Energia do Rio Grande do Norte
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPRI	Electric Power Research Institute
FIT	<i>Feed-in Tariff</i>
FP	Fator de Potência
GD	Geração Distribuída
GDFV	Geração Distribuída Fotovoltaica
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IDEAL	Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina
MMGD	Microgeração e Minigeração Distribuída
MT	Média Tensão
kVA	kilovolts-Amperes
kVAr	kilovolts-Amperes-Reativos
kW	kilowatt
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Potência Ativa
p.u.	por unidade
Q	Potência Reativa
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PERS	Programa de Energia Renovável Social
PEE	Programa de Eficiência Energética
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
RED	Recursos Energéticos Distribuídos

RD	Resposta da Demanda
RDEE	Rede de Distribuição de Energia Elétrica
RPVD	<i>Residential PV Dissemination Program</i>
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SIG-R	Sistema de Informação Geográfica Regulatório
SIN	Sistema Interligado Nacional
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa.....	19
1.2	Objetivos.....	19
2	CENÁRIO BRASILEIRO: CONTEXTO REGULATÓRIO	22
3	IMPACTOS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA CONECTADA À REDE.....	29
3.1	Fluxo de Potência	32
3.1.1	Redução da demanda de carga na subestação	33
3.1.2	Inversão de Fluxo	33
3.2	Perdas Ativas	34
3.3	Influência na Tensão.....	34
4	MODELAGEM E METODOLOGIA	36
4.1	OpenDSS	36
4.1.1	Subestação	39
4.1.2	Transformador	39
4.1.3	Cargas	40
4.1.4	Linhas de distribuição.....	42
4.1.5	Gerador Distribuído.....	43
4.2	Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD).....	44
4.3	Metodologia aplicada as simulações	44
4.3.1	Alimentador 1928	45
4.3.2	Algoritmo e Fluxograma	47
5	RESULTADOS.....	52
5.1	Cenário A.....	52
5.2	Cenário B.....	57
5.3	Cenário C.....	62
5.4	Cenário D	66
5.5	Conclusões parciais	71
5.5.1	Potência no Alimentador	71

5.5.2	Perdas Ativas	73
5.5.3	Tensão Máxima e Mínima	77
6	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS	85
	APÊNDICE A - ALIMENTADOR DA COSERN (1928).....	89

1 INTRODUÇÃO

A compreensão dos processos sociais e econômicos que envolvem a aplicação de qualquer tecnologia deve fazer parte do exercício profissional do engenheiro eletricista que não deve se limitar apenas a contribuição técnica, mas também a análise crítica dos implementos. Nesse contexto, avançar o debate sobre a questão energética requer tanto o entendimento dos fenômenos físicos de geração, transmissão e distribuição da eletricidade quanto o envolvimento com as questões sociais inerentes. (TOLMASQUIM, 2000).

Para toda sociedade moderna, o tema da energia vem se tornando central, tanto é que a Organização das Nações Unidas (ONU) incluiu o Objetivo 7 — “Energia limpa e acessível” — na Agenda 2030. Esse objetivo visa assegurar uma via confiável, sustentável, moderno e acessível à energia para todos, com metas que incluem, até 2030, a expansão da infraestrutura e a modernização da tecnologia para o fornecimento de serviços de energia sustentáveis (ONU BRASIL, 2024).

Colocado dessa forma, amplia-se o debate sobre como o acesso à geração distribuída, que parte de uma discussão tecnológica sobre viabilidade, será ampliada para considerar como essa tecnologia pode exercer influência sobre o desenvolvimento nacional, regional e local, integrando assim aos objetivos da ONU. Por isso, é necessário um esforço para construir um debate que amplie a visão sobre os impactos dos empreendimentos de geração distribuída.

A energia elétrica causa impactos na sociedade desde sua geração até seu consumo. Quando centralizadas e em forma de grandes empreendimentos, podem causar sérios impactos à população e ao meio ambiente, principalmente durante as obras, o que difere um pouco da geração distribuída (mini e microgeração) que são de menor porte, geram menos impactos ambientais e sociais negativos (BANSAL, 2017).

Dada a importância da energia elétrica para nosso modelo de sociedade, sabendo que esta tem influência direta na qualidade de vida, nos preços dos bens e serviços, todos os países buscam fontes de energia que em conjunto apresentem fornecimento contínuo, abundante e econômico que sirva de sustentação energética para o desenvolvimento nos próximos anos. Além disso, garantir a promoção de justiça energética ¹e social devem estar no horizonte das nações (TOLMASQUIM, 2000).

¹ A justiça energética nesse sentido busca garantir que a população tenha acesso a recursos energéticos que garantam minimamente resfriamento alimentício, iluminação adequada, conforto térmico, entre outros benefícios da vida moderna.

Em todo esse contexto, pode-se ainda dizer que a eletricidade está se tornando a forma preferida de energia utilizada pelos consumidores finais. Ao redor do mundo, fontes como carvão, petróleo, gás e urânio são usadas para gerá-la, e sua versatilidade e disponibilidade instantânea a tornam indispensável. Inicialmente, seu uso estava limitado à iluminação, mas hoje ela é essencial em aplicações domésticas, comerciais e industriais. Isso inclui desde equipamentos de cozinha e entretenimento até máquinas industriais e sistemas de transporte. A dependência da sociedade moderna em relação à eletricidade é total (TOLMASQUIM, 2000).

Assim, a eletricidade possui características únicas que a diferenciam, e essas particularidades moldam toda a sua indústria. A principal delas é que a eletricidade não pode ser armazenada em larga escala de forma economicamente viável. Embora baterias possam armazenar energia, a demanda usual em regiões desenvolvidas torna essa solução pouco prática (TOLMASQUIM, 2000).

Para o Brasil, um país com grande potencial de energia renovável, a expansão da geração distribuída se apresenta como uma solução viável para diversificar a matriz energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Políticas públicas, incentivos fiscais e regulações adequadas são fundamentais para garantir um crescimento sustentável desse setor.

A Geração Distribuída é definida em Ackermann, Andersson, Söder (2001) como sendo a fonte de geração de energia elétrica, instalação e operação, tendo como ponto de conexão à rede de distribuição próximo ao cliente, assim, situando a geração próxima a carga, ou consumo.

A geração distribuída pode contribuir para, de um ponto de vista ambiental, a redução de emissões de gases de efeito estufa, mitigando mudanças climáticas, reduzir a necessidade da instalação de grandes centrais geradoras e suas extensas linhas de transmissão, reduzir desmatamentos e uso de fontes não renováveis (PINTO, 2019).

Do ponto de vista do setor elétrico e desenvolvimento econômico, de acordo com PINTO (2019), com baixa nível de inserção:

- a) A GD pode ser responsável por diminuir custos à medida que adia investimentos em infraestrutura, por minimizar perdas técnicas em linhas, aumentar a estabilidade da rede e servir como estabilizador da tensão;
- b) Ampliar o número de agentes participantes do setor, regionalizando o acesso criando cadeias de mercado;
- c) Proporciona uma resposta rápida ao aumento de demanda, pois não depende de grande obras e construção de rede, mantendo a geração próxima a carga;
- d) Evita a demora que ocorre em centrais geradoras com licenciamento e liberação da conexão;

e) Evita erros associados ao mal planejamento e oscilações de preços do setor.

Entretanto, para Pinto (2019) existem algumas barreiras que devem ser transpostas. Com isso, apesar dos benefícios observados a geração distribuída pode ocasionar problemas na qualidade de energia que chega ao cliente final devido a redes de distribuição atuais que não foram projetadas para a injeção de potência em qualquer ponto.

Segundo Bollen e Hassan (2011) o aumento da inserção de GD pode causar impactos à nível de distribuição:

- Sobrecarga nos alimentadores e transformadores devido à alta geração em período de baixo consumo;
- Elevação de tensão as áreas distantes do alimentador, e em raros casos afundamento de tensão devido a geração em outro alimentador;
- Aumento do nível de distúrbios na qualidade de energia;
- O aumento da quantidade de geração distribuída pode impactar a operação de sistemas de proteção.

Dessa forma, é possível perceber que a adesão a geração distribuída deve ser acompanhada por alteração no planejamento, manutenção e operação das redes de distribuição, inclusive deve influenciar nos futuros projetos de redes.

Esse modelo de geração vem ganhando mais destaque no mundo a fim de aumentar a participação dos consumidores e desenvolver tecnologias mais sustentáveis de infraestrutura criando, assim, condições concretas que viabilizem a difusão dessa tecnologia. Assim, uma série de países criam políticas e programas de incentivo, destacam-se (CASTRO; DANTAS, 2018):

- Alemanha, que na década de 1990 anuncia a lei do *feed-in*, obrigando as concessionárias a conectarem as usinas de fontes renováveis e a adquirir a produção a um valor de 90% da tarifa de energia adotada, além do *1000 Roofs Programme* que subsidiava até 70% do investimento;
- Japão que em 1994 criou o programa *Residential PV Dissemination Program* (RPVD) que previa reembolso de até 50% do custo da instalação de sistemas fotovoltaicos;
- Austrália, estabelecendo uma meta de 20% de energia renovável até 2020;
- França, com a criação de tarifa para energia injetada na rede chamada de *Feed-in Tariff* (FIT), em 2006.
- Itália, no ano de 2005, através de um mecanismo de tarifação *feed-in* do tipo *premium*, dentro do programa *Primo Conto Energia*;

- Reino Unido, a partir de 2010 com incentivos também baseado em *feed-in* para projeto até 5 MW;

1.1 Justificativa

A transição para matrizes energéticas sustentáveis exige a integração massiva das Redes de Distribuição de Energia Elétrica (RDEE) com a geração distribuída (GD) utilizando fontes renováveis. No entanto, essa integração não é trivial: a injeção descentralizada de energia pode causar sobretensões, aumento de perdas técnicas e desequilíbrios operacionais, especialmente em redes projetadas para fluxos unidirecionais. No Brasil, onde a GD solar fotovoltaica cresce exponencialmente (atingindo 25 GW em 2023, segundo Painel de Dados de Micro e Minigeração Distribuída - <https://dashboard.epe.gov.br/apps/pdgd/>), entender esses impactos é crítico para garantir a qualidade do serviço e a viabilidade técnica das redes.

Este estudo justifica-se pela urgência em orientar concessionárias e planejadores a otimizarem o acesso a GD, evitando custos com reforços de infraestrutura e multas por descumprimento de limites regulatórios de tensão, inseridos no PRODIST, módulo 8. Ao analisar um alimentador real operado pela COSERN em Mossoró-RN — representativo de redes urbanas com cargas mistas (residenciais, comerciais e institucionais) —, o trabalho aborda uma lacuna na literatura: a escassez de estudos de caso empíricos que consideram quatro níveis de carregamento (30% a 90%), com variação da potência injetada de 0 à 4.400kW, com 4 cenários com posicionamento e/ou quantidades de GD.

A metodologia aplicada combina simulações no OpenDSS com scripts personalizados em Python, permitindo avaliar não apenas a potência no alimentador, as perdas e tensão, mas também a interação dinâmica entre GD e a RDEE. Podendo esses conceitos serem aplicados à:

- Concessionárias: para definir critérios técnicos de conexão de GD.
- Agências reguladoras: para atualizar normas com base em evidências locais.
- Projetistas de sistemas fotovoltaicos: para escolher pontos ótimos de instalação.

Em síntese, este estudo não apenas valida a importância do planejamento topológico de GD, mas também oferece uma metodologia replicável para análise de redes em contextos similares, contribuindo com o Objetivo 7 da ONU.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo principal avaliar o impacto da geração distribuída (GD) em rede de distribuição local, com foco nos efeitos sobre a potência ativa, as

perdas ativas e as variações de tensão em um alimentador real localizado na cidade de Mossoró-RN.

Para alcançar esse objetivo geral, serão utilizadas simulações computacionais utilizando o software OpenDSS para modelar o sistema elétrico e realizar análises quantitativas com base em dados reais. Assim são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o comportamento do fluxo de potência ativa no alimentador estudado, avaliando o impacto da inserção da GD em diferentes pontos da rede;
- Investigar a influência da GD nas perdas ativas da rede de distribuição, identificando cenários que minimizem as perdas e otimizem a eficiência energética do sistema;
- Avaliar as variações de tensão ao longo do alimentador, verificando se os valores permanecem dentro dos limites operacionais estabelecidos pelas normas regulatórias;
- Comparar diferentes cenários de posicionamento da GD, identificando configurações que reduzam impactos adversos e promovam a estabilidade da rede elétrica;

Esses objetivos visam compreender os efeitos técnicos da GD em RDEE fornecendo subsídios técnicos práticos para futuras tomadas de decisão no setor elétrico.

1.3 Estrutura

A dissertação está organizada em seis capítulos principais, além dos elementos pré-textuais (como resumo, agradecimentos e sumário) e pós-textuais (referências e apêndices). A seguir, descreve-se a estrutura adotada:

1. Introdução que apresenta a contextualização do tema, destacando a importância da geração distribuída (GD) no cenário energético atual. Expõe os objetivos, bem como a justificativa da pesquisa com base nos desafios técnicos da GD em redes de distribuição.

2. Cenário Brasileiro: Contexto Regulatório, aborda a evolução da legislação brasileira referente à geração distribuída, desde os primeiros marcos legais até a Lei nº 14.300/2022 e a Resolução CNPE nº 2/2024. Também analisa os desafios regulatórios, tarifários e operacionais enfrentados no país.

3. Impactos da Geração Distribuída Fotovoltaica Conectada à Rede, trata-se de uma revisão da literatura sobre os principais efeitos da inserção de GD nas redes de distribuição, com destaque para: fluxo de potência, perdas ativas e influência na tensão. Discute ainda os riscos e benefícios em diferentes níveis de penetração da GD.

4. Modelagem e Metodologia, descreve detalhadamente a modelagem computacional da rede utilizando o software OpenDSS integrado ao Python. São apresentados os quatro cenários simulados com diferentes posicionamentos e quantidades de GD, e os níveis de carregamento do sistema (30%, 50%, 70% e 90%).

5. Resultados, apresenta e analisa os resultados obtidos a partir das simulações. Cada cenário é discutido separadamente, com gráficos e tabelas que ilustram os efeitos da GD sobre a potência ativa, as perdas elétricas e os perfis de tensão ao longo do alimentador real da COSERN.

6. Conclusão, resume os principais achados do estudo, destacando como o posicionamento e a potência da GD influenciam a operação das redes. Aponta contribuições práticas para concessionárias e formuladores de políticas públicas, além de sugerir direções para pesquisas futuras.

E por fim, o Apêndice, contendo informações complementares sobre o alimentador da COSERN (1928), utilizado como base para os estudos de caso.

2 CENÁRIO BRASILEIRO: CONTEXTO REGULATÓRIO

O Brasil sempre esteve à frente no cenário global de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, com destaque para as hidrelétricas. Nos últimos anos, houve uma diversificação das fontes de energia, com a entrada significativa de fontes solar e eólica. No entanto, o avanço do consumo e a dependência de termelétricas em períodos de seca e baixa produção ainda são desafios. Nesse contexto, a geração distribuída ganhou espaço como alternativa para descentralizar e ampliar o acesso à eletricidade, impulsionada por incentivos fiscais e políticas públicas. Compreender os avanços dessas políticas é fundamental para analisar o impacto e as perspectivas futuras da geração distribuída no país.

A geração distribuída no Brasil é regulada principalmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia responsável pelo setor elétrico. Desde o período imperial, com a instalação da primeira usina sob o comando de D. Pedro II, até os dias atuais, a geração distribuída evoluiu significativamente. Inicialmente, o modelo de geração no país era descentralizado, com pequenas geradoras atendendo unidades consumidoras locais. Esse modelo foi substituído pela geração centralizada com a criação de grandes centrais. Atualmente, o tema volta ao debate público, impulsionado pelos avanços tecnológicos e pela busca por fontes renováveis. (BRASIL, 1996).

A seguir, apresenta-se uma linha do tempo das principais regulamentações que contribuíram para o desenvolvimento da geração distribuída no Brasil:

- Decreto Nº 2.003 de 10 de setembro de 1996: Regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor (BRASIL, 1996).
 - Art. 5: Estabelece e facilita o aproveitamento de potencial hidráulico até 1.000 kW e usina termelétrica até 5.000 kW sem necessidade de concessão ou autorização, apenas comunicação ao órgão regulador;
 - Art. 13: Assegura o livre acesso aos sistemas de transmissão e de distribuição;
 - Art. 23: Possibilita a comercialização da energia pelo produtor independente.
- Lei nº 9.427, de 25 de dezembro de 1996: Institui a ANEEL e disciplina o regime de concessões para serviços públicos de energia elétrica, no artigo 26, e garante um desconto mínimo de 50% na TUSD para empreendimentos de geração distribuída com potência injetada de até 30 MW, provenientes de fontes hídricas (PCHs e CGHs), solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada.

- Em 2001, com Crise do Apagão: O setor elétrico brasileiro sofreu os efeitos das políticas adotadas, ou da falta delas. Entre as causas apontadas por Tolmasquim (2000) estão:
 - Aumento, de 1990 a 2000, do consumo de energia elétrica em relação a capacidade instalada;
 - Manejo inadequado e deterioração das reservas, priorizando necessidades atuais em afetando a capacidade de geração futura;
 - Baixa expansão do sistema elétrico devido ao pouco investimento na transmissão e geração.
- Criação do PROINFA, Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002.
- Resolução Normativa nº 77/2004 (ANEEL): Detalha as condições para aplicação de descontos na TUSD, incluindo a possibilidade de 100% de desconto para empreendimentos que utilizem pelo menos 50% de biomassa proveniente de resíduos sólidos urbanos, biogás de aterro sanitário ou biodigestores.
- Lei nº 10.848/2004: Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica e cita a geração distribuída como possibilidade para contratação por meio de distribuidoras conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN).
- Decreto nº 5.163/2004: Regulamenta a comercialização de energia elétrica e estabelece diretrizes para a contratação de geração distribuída.
- Resolução Autorizativa nº 1.482/2008 (Copel): Autoriza a Companhia Paraense de Energia (Copel) a implantar o Projeto Piloto de Geração Distribuída com Saneamento Ambiental, combinando geração distribuída com saneamento básico. O projeto visava a contratação de excedentes de energia produzidos em pequenas propriedades rurais a partir de biogás de dejetos orgânicos de animais, limitado a 300 kVA de potência instalada.
- Portaria MME nº 36/2008: Cria o Grupo de Trabalho de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos para apresentar propostas de utilização de geração fotovoltaica conectada à rede de distribuição.
- Portaria ANEEL nº 1.447/2010: Aprova a Agenda Regulatória Indicativa da SRD para 2010, com o objetivo de "diminuir os obstáculos para o acesso de pequenas centrais geradoras aos sistemas de distribuição".
- Solicitação do IDEAL (2010): O Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) solicita à ANEEL a ampliação do

desconto na TUSD de 50% para 100% para sistemas solares fotovoltaicos, visando a instalação de painéis em estádios da Copa do Mundo de 2014.

- Solicitação da Ventos do Brasil (2010): A empresa solicita autorização para instalar aerogeradores de pequeno porte (até 1 MW) na rede de distribuição, utilizando o conceito de *Net Metering* para gerar créditos de energia.
- Nota Técnica 43/2010-SDR/ANEEL: Conclui que, apesar dos avanços globais em fontes alternativas, a geração distribuída no Brasil ainda enfrenta barreiras técnicas, regulatórias e legais. Propõe a realização de consultas públicas para aperfeiçoar a regulamentação e estimular a expansão dessa modalidade de geração.

Desde o Decreto Nº 2003/1996 até a Nota Técnica 43/2010, a geração distribuída apresentou um baixo crescimento, caracterizado por projetos independentes, com foco em indústrias e comércios. Mesmo com a crise de 2001 que abriu espaço para o debate da descentralização obteve-se uma baixa adesão e o PROINFA em si não foi o suficiente para alavancar o setor. Entretanto, a Nota Técnica abre os caminhos para o que se apresenta hoje, dentro os principais pontos, cita-se:

Em síntese, a Nota técnica, mostra que na Europa, Estados Unidos e Austrália há uma tendência na adesão a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, motivados principalmente por (ANEEL, 2010):

- Diversificar a matriz energética;
- Reduzir a dependência dos combustíveis fósseis;
- Comprometimento com metas de redução na emissão de gases de efeito estufa;
- Comprometimento com medidas de combate ao aquecimento global, através da assinatura de tratados internacionais, em especial o protocolo de Quioto;
- Exercer liderança no desenvolvimento tecnológico para produção eficiente de eletricidade a partir de fontes eólica, solar, biomassa, maremotriz, geotérmica e outras.

Para isso, os países adotaram métodos diferentes para incentivar a geração distribuída a partir dessas fontes instaladas a nível de distribuição, por exemplo:

- *Feed-in*: tarifa especial para cada tipo de fontes;
- *Net Metering*: sistema de medição onde o excedente energético é utilizando para abatimento de contas futuras

- Programa de cotas de energia, por fontes, que serão compradas pelas distribuidoras obrigatoriamente

Após 2010, esse momento é que surgem as principais políticas públicas que garantiram a expansão da geração distribuída que se dá, concretamente, com a Resolução Normativa nº 482/2012, onde foi estabelecida as diretrizes para a relação entre as distribuidoras e os consumidores que desejam gerar sua própria energia conectados à rede dentro de um Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), *net metering*, que possibilita que a energia ativa injetada seja compensada dentro do ciclo de faturamento.

Em 2016, ocorre uma atualização, com a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, editada pela ANEEL, que altera a REN 482/2012 e os módulos 1 e 3 do PRODIST, instituindo:

- Autoconsumo remoto: modelo de compensação de energia em unidades consumidoras diferente do local de geração;
- Geração compartilhada: Permite que múltiplos consumidores se unam em um mesmo empreendimento de geração;
- Empreendimento com múltiplas unidades: altera as potências máximas de minigeração para 3 MW, fontes hídricas, e 5 MW demais fontes, entre outras providências.

As normas supracitadas serviram de base para o avanço no número de instalações de geração distribuída que saltou de 87 em 2012 para 864.483 em 2021 (ANEEL, 2025).

Com o avanço no número de unidades instaladas, tornou-se necessário, por parte de diversos setores do setor elétrico, o estabelecimento de novas regras para a geração distribuída. Assim, surge o marco legal consolidado pela Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, que institui as diretrizes para a microgeração e minigeração distribuída, regulamenta o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e cria o Programa de Energia Renovável Social (PERS). Essa legislação foi precedida pela Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021, que já sinalizava a necessidade de reorganização normativa frente à expansão acelerada do setor.

Do Marco Legal, podemos destacar: a inclusão de cobrança parcela TUSD Fio B sobre a energia consumida da rede da distribuidora, com sua devida regra de transição até 2030; A instituição do PERS, com recursos financeiros do Programa de Eficiência Energética (PEE), destinando investimentos para instalações de sistemas de geração com fontes renováveis em

consumidores da Subclasse Residencial Baixa Renda; e, a possibilidade da contratação de serviços ancilares pelas concessionárias ou permissionárias.

Da REN 1.000/21, um ponto que merece uma ressalva para o desenvolvimento deste trabalho, é o artigo 73, que foi alterado pela REN 1.059 de 7 de fevereiro de 2023, inserindo um parágrafo onde coloca que caso de nova conexão ou aumento de potência instalada, micro ou minigeração distribuída, que implique em inversão de fluxo de potência a concessionária deverá realizar os estudos e apresentar as opções de viabilidade para conexão.

Ainda sobre legislação, temos a Lei 14.620, de 13 de julho de 2023, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha vida, e traz uma alteração na lei 14.300, no Art. 38 reduzindo a um mínimo de 50% o valor mínimo faturável aplicável aos participantes do SCEE inscritos no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico). Além de abrir a possibilidade de compra de excedentes de energia de inscritos no CadÚnico por órgãos públicos. Outro ponto importante é a inclusão de instalação de equipamentos de energia solar fotovoltaica, e outras modalidades de geração instituídas pelo Marco Legal, lei nº 14.300, fazem parte da composição dos valores de investimentos.

Dessa forma, foi a partir desse conjunto de regulamentações que no atual cenário brasileiro, segundo dados e metodologias da EPE (2023), a geração distribuída atingiu o valor de 30.950 GWh de geração no 2023, com fotovoltaica ocupando 95% do total de empreendimentos, atingindo 9,8% do mercado cativo no Brasil. Assim, totalizando no de 2023, cerca de 26,5 GW, distribuídas em 2,3 milhões de unidades.

O debate atual sobre a geração distribuída no Brasil gira em torno de três eixos principais: operação do sistema, sustentabilidade econômica do sistema e equilíbrio tarifário. As Notas Técnicas nº 101/2023-STD/ANEEL e nº 95/2024-STR/ANEEL, mostram a necessidade de regulação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica para compreensão dos custos que são distribuídos para os demais usuários do sistema e com isso promover ações de modernização das tarifas de distribuição construindo um *roadmap* para evolução do modelo.

Por um lado, a GD tem uma tarefa essencial para a transição energética, reduzindo o consumo de fontes fósseis e promovendo a democratização do acesso à energia. Por outro, há preocupações sobre o impacto da expansão da GD nas tarifas de energia e na própria rede, já que os custos de manutenção da rede são rateados entre todos os consumidores, incluindo aqueles que não possuem sistemas de geração distribuída.

Entre os principais desafios para a expansão da GD estão (ANEEL, 2023; ANEEL, 2024):

- **Barreiras Regulatórias:** A complexidade das normas e a falta de uniformidade nas regras entre estados e concessionárias dificultam a adoção em larga escala;
- **Custos de Conexão:** A necessidade de investimentos em infraestrutura para conectar novos sistemas à rede, especialmente em áreas remotas;
- **Acesso a Financiamento:** Apesar dos avanços, muitos consumidores ainda enfrentam dificuldades para obter crédito para a instalação de sistemas de GD;
- **Incertezas Tarifárias:** Mudanças frequentes nas regras de compensação e tarifas geram insegurança para investidores e consumidores.

Almeida Neto (2023) observa que a atual política pública no Brasil possibilita uma penetração desenfreada da microgeração podendo causar problemas como sobretensão e sobrecargas e assim, antecipar investimentos nas redes, aumentando os custos com energia.

Para superar esses desafios, é fundamental a continuidade de políticas públicas que incentivem a GD, além de investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico com vistas a ampliação do acesso. A integração entre os setores público e privado, bem como a conscientização dos consumidores sobre os benefícios da GD, também são essenciais para garantir um crescimento sustentável e inclusivo.

Um avanço importante que também deve ser citado nesse trabalho é que com a lei nº 14.300 de 2022 foi definido o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) como responsável por estabelecer as diretrizes para a valoração dos custos e dos benefícios da Microgeração e Minigeração Distribuída (MMGD) com prazo de conclusão em julho de 2022. Com essa regulamentação, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) definirá o cálculo. Essas diretrizes foram publicadas em 07 de maio de 2024 na resolução nº2/2024 do CNPE.

Com as diretrizes todos os custos e todos os benefícios ao sistema elétrico causado pela MMGD na sua valoração devem considerar:

- Os impactos na expansão ou redução das redes de distribuição, transmissão e geração centralizada referente a potência;
- A influência quanto a necessidade de melhorias, reforços e substituição de equipamento, na distribuição e geração, também nos custos de operação das distribuidoras;
- O efeito sobre as perdas técnicas na transmissão e distribuição e a qualidade da energia para o usuário final;
- Os impactos na operação do sistema elétrico e os encargos setoriais;

- Os efeitos relativos a locação nos sistemas de distribuição e transmissão, devido a posição geográfica do ponto de conexão da unidade consumidora com MMGD, observadas as especificidades técnicas das redes de cada distribuidora, garantindo os aspectos de reprodutibilidade e transparência;
- A observação de diferenças de impacto entre a geração próxima à carga e geração remota;
- As diferenças entre sistemas despacháveis e não despacháveis de MMGD;
- Os efeitos da exposição involuntária e sobrecontratação das distribuidoras;
- Garantir que não haja duplicidade na contabilização dos custos e benefícios, inclusive em relação aos custos e benefícios do SCEE;
- Garantir transparência e publicidade do processo, metodologias, custos e benefícios sistêmicos da MMGD, inclusive as bases de dados utilizados e memoriais de cálculo realizados.

Esses pontos servirão para avaliar os avanços do setor, que contribuirão para desenvolvimento de políticas, tendo em vista a necessidade de a Geração Distribuída (GD) ter cada vez mais importância para o setor elétrico e dar transparência ao processo.

No geral a geração distribuída no Brasil começou a ter expressão com a REN 482/2012, impulsionando fontes renováveis e democratizando o acesso à energia. Apesar do crescimento expressivo, desafios como impactos tarifários, necessidade de modernização da rede e equilíbrio entre consumidores persistem. A regulamentação recente, com a Lei 14.300/2022 e as diretrizes do CNPE, trazem principalmente uma resposta para questões como fluxo reverso e como se valoriza a geração distribuída. Para consolidar seu potencial, é crucial integrar inovação tecnológica, investimentos em infraestrutura e políticas públicas inclusivas. O futuro exige um modelo que una eficiência, equidade e resiliência, garantindo energia limpa e acessível a todos.

3 IMPACTOS DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA CONECTADA À REDE

A geração distribuída, em especial a fotovoltaica, tem alterado a topologia das redes de distribuição, tradicionalmente radiais, ou seja, com uma fonte de alimentação e fluxo de energia em sentido único do alimentador, subestação, para a carga, transformando-a em uma rede com múltiplas fontes de energia e fluxo de energia bidirecional. Para baixos níveis de acesso, a inserção fotovoltaica pode, até certo limite, melhorar o perfil da tensão na rede e diminuir as perdas em um sistema, entretanto com alto nível de acesso à rede, de maneira desenfreada, poderá impactar os parâmetros da rede, mas isso dependerá da localização dos sistemas, mais próximo ou mais distantes do alimentador, se é centralizado ou distribuído, da potência dos geradores, do fator de potência adiantado ou atrasado, poderá ao invés de melhorar, causar prejuízos como aumento das perdas, ultrapassagem dos limites de tensão, entre outros itens que afetam a operação regular da rede de distribuição (ZHANG *et al.*, 2022).

Bansal (2017) corrobora mostrando que a integração de sistemas fotovoltaicos distribuída (SFGD) nas redes de distribuição causam impactos positivos e negativos. Entre os principais desafios estão as variações de tensão, que podem exceder os limites operacionais devido ao fluxo bidirecional de energia, exigindo métodos como compensação de potência reativa e sistemas de armazenamento para mitigação dos impactos. A estabilidade da rede também é afetada, com o aumento do nível de potência injetada e a redução da potência reativa proveniente de geradores convencionais, demandando gerenciamento dinâmico e estático da tensão. Devido as características como a intermitência e volatilidade da geração solar causado pelas condições meteorológicas, os operadores das redes de distribuição necessitam de estratégias de controle flexível e despacho adaptativo. Além disso, a alteração no fluxo de potência, antes unidirecional, exige estudos de impacto para evitar efeitos negativos.

A proteção da rede também é impactada, com a necessidade de revisão de equipamentos e filosofias de proteção devido à baixa contribuição de corrente de falta e possíveis problemas de qualidade de energia. Por fim, a regulação de tensão convencional pode se tornar inadequada, demandando soluções inovadoras como STATCOM e transformadores eletrônicos (BANSAL, 2017).

Nesse contexto, o conceito de Penetração Fotovoltaica será apresentado. De acordo com a *PVPS Trends in Photovoltaic Applications 2023*, dois diferentes indicadores são utilizados para sua mensuração, a capacidade instalada *per capita* ou a geração fotovoltaica sobre a demanda de eletricidade do país. Este último indicador é importante para comparações

internacionais. Segundo esse critério, o Brasil com 6,1%, que fica entre a África do Sul, com 4,2%, e a Índia com 9,5%, e bem atrás do nosso vizinho Chile com 17%.

Apesar da definição apresentada, não existe a consenso na literatura quando ao conceito e Penetração Fotovoltaica e do seu limite para uma rede de distribuição. Entre as abordagens destacam-se: mensurar a quantidade de unidade habitacionais com geração fotovoltaica sobre a quantidade total de habitações; a área de telhado utilizada sobre a área disponível como parâmetro; e, a relação entre a energia produzida com GD e o consumo total naquele território analisado. Apesar dessas abordagens darem uma visão mais ampla não procuram definir características elétricas que sirvam de subsídio para auxiliar os Operadores de Redes de Distribuição a tomarem decisão (AZIZ E KETJOY, 2017).

Algumas abordagens se mostraram relevantes para aspectos de fluxos de corrente, na rede conectada no secundário do transformador de distribuição, tais como: a relação entre capacidade do transformador e a potência fotovoltaica instalada, ou, a razão entre potência máxima fotovoltaica e máximo, ou mínima, capacidade do transformador de distribuição, essa que considera um limite secundário, evitaria fluxos excessivos de energia para rede de média tensão. Por último, a abordagem que trata de apresentar uma relação entre a saída dos inversores e a carga de energia ativa real (AZIZ E KETJOY, 2017). Sendo essa última adotada para o desenvolvimento deste estudo.

Dito isto, com a elevação da densidade da Geração Distribuída, observa-se impactos nas redes de distribuição, destacando: Fluxo de potência bidirecional, impactos na tensão da rede e nos sistemas de proteção, no controle e operação do sistema elétrico e, também, no desenho, planejamento e operação nas redes de distribuição (ZHAO, B.; WANG, C.; ZHANG, X, 2017).

Suryavanshi e Korachagaon (2019), em sua revisão, observa os seguintes impactos relacionados a alta penetração:

- Variação de tensão;
- Corrente reversa;
- Flutuação da potência de saída;
- Flutuação da frequência;
- Estabilidade transitória: com efeitos associados ao tempo crítico de compensação, falha no barramento, rejeição de carga
- Fluxo de potência reverso;
- Desequilíbrio de fase.

Na literatura encontram-se vários trabalhos referentes aos impactos causados pela Geração Distribuída Fotovoltaica Conectada à Rede, Liu *et al.* (2022), discute como os efeitos das flutuações na geração e consumo de energia influenciam na estabilidade da tensão, demonstrando a relação que há entre a energia ativa injetada pela GDFV na rede e a variação na tensão. No artigo, os autores propõem a criação de um índice de estabilidade de tensão e utiliza o método de Fluxo de Potência Contínuo para analisar a estabilidade de tensão estática em uma rede com GDFV, considerando as flutuações na geração de energia FV.

John, Janamala e Rodrigues (2019), mostram que o posicionamento ideal da geração distribuída (GD) é crucial para melhorar o perfil de tensão e, consequentemente, reforçar a estabilidade da tensão na rede. O estudo em questão utiliza o Índice de Estabilidade (IE) como ferramenta analítica para avaliar o impacto da GD na estabilidade da tensão do alimentador. Essa abordagem destaca o potencial da GD de atuar como um mecanismo eficaz para o controle da estabilidade de tensão, demonstrando que, quando estrategicamente posicionada, a GD pode contribuir significativamente para a melhorar o desempenho da rede elétrica.

Todos esses impactos devem ser entendidos como desafios a serem superados para alcançarmos um maior nível de penetração na geração distribuída. Dito assim, estratégias de planejamento de rede devem ser adotadas para os sistemas elétricos. Hou e Gao (2011) discutem como a GD influencia a variação de tensão em redes de distribuição, no planejamento e proteção da rede e como no futuro eles podem contribuir para estabilidade, confiabilidade e eficiência das redes elétricas.

Em Arritt e Dugan (2015) revela-se os desafios encontrados pelos setores de planejamento e proteção. Mostrando a necessidade de criar modelos estatísticos para prever a produção devido à natureza flutuante da geração. Durante as entrevistas, as dificuldades encontradas, na sua maioria, estão no âmbito das sobretensões e ilhamentos.

Chathurangi et al. (2018), em seu artigo, analisa os impactos da alta penetração de energia solar fotovoltaica (PV) em redes de distribuição de baixa tensão, identificando aumento de tensão, fluxo de potência reverso e desequilíbrio entre as fases. O estudo se baseia em uma rede real no Sri Lanka.

Os casos com redes reais incrementam o valor do trabalho, assim, Gabdullin *et al.* (2018) no artigo analisa os impactos da penetração de sistemas fotovoltaicos em uma rede de baixa tensão na Ilha de Gozo, Malta, utilizando o OpenDSS para simulações de fluxo de potência trifásico desbalanceado. Os resultados mostram que a localização dos sistemas influencia as flutuações de tensão, e redes mais longas são mais suscetíveis a sobrecargas. Até

30% de penetração, os impactos são mínimos, mas acima desse nível, ocorrem violações nos limites de tensão da norma local, EN50160.

Assim, os estudos indicam que a localização, potência, fator de potência e configuração da rede têm influência direta nos impactos. A falta de planejamento pode comprometer a qualidade da energia e exigir ajustes na regulação de tensão e proteção da rede. Estratégias como controle de fator de potência, armazenamento de energia e tecnologias avançadas, como STATCOM e transformadores eletrônicos, são apontadas como soluções para mitigar esses desafios.

Nas simulações em redes reais fica nítido que políticas de planejamento que considerem os limites operacionais e a capacidade das redes podem contribuir para que altos níveis de penetração fotovoltaica sejam efetivadas sem prejudicar a operação do sistema elétrico. Modelagens preditivas e índices de estabilidade são essenciais para auxiliar os operadores na tomada de decisões e garantir a confiabilidade da rede.

Portanto, para uma matriz elétrica mais sustentável a implementação deve ser acompanhada por estudos detalhados, estratégias adaptativas e políticas públicas que assegurem a GDFV como contribuinte positivo para o sistema elétrico, sem comprometer o funcionamento da rede.

Por fim, percebe-se que a crescente integração de geração distribuída fotovoltaica tem modificado as redes de distribuição de energia com efeitos positivos e negativos ao funcionamento regular do sistema trazendo desafios aos operadores. Para níveis baixos de penetração a GDFV reduz perdas e regula o perfil de tensão. Entretanto, com o aumento do número de sistemas conectados à rede, os impactos negativos surgem como flutuação de tensão, fluxo reverso, sobrecargas em equipamento causando instabilidade e funcionamento inadequados das proteções. Neste trabalho, a proposta é analisar a variação de tensão, inversão de fluxo e os desequilíbrios de fases em uma rede real na cidade de Mossoró.

3.1 Fluxo de Potência

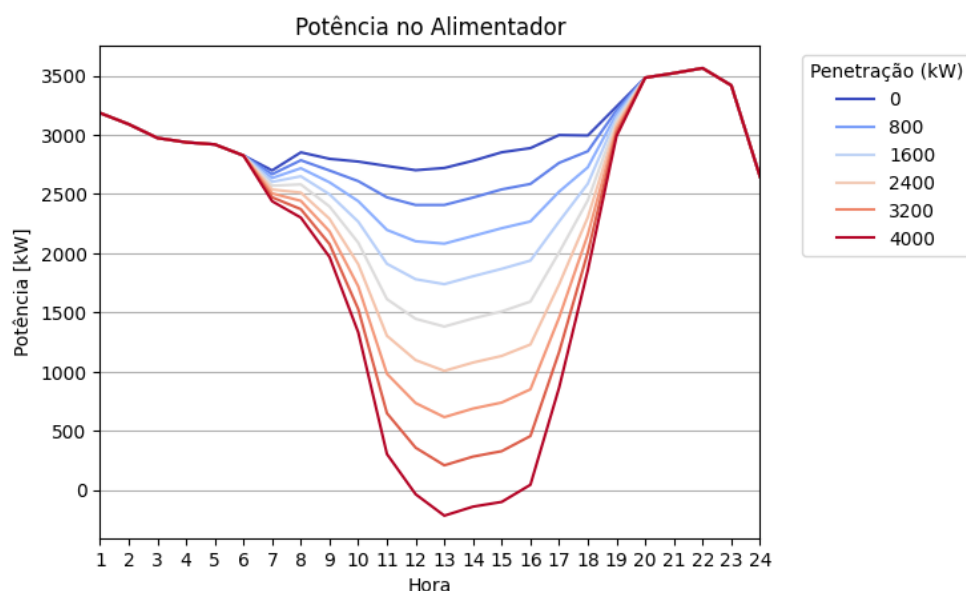
Na literatura, Bansal (2007), Obi e Bass (2016), é possível encontrar diversas análises sobre a variação de potência decorrente da conexão de geradores distribuídos em RDEE. Os geradores contribuem para o atendimento a cargas locais, diminuindo a demanda de potência do alimentador. Além disso, temas como o impacto do fluxo bidirecional de potência nos alimentadores e estratégias de geração ou absorção viabilizadas por geradores distribuídos tem uma vasta biblioteca.

3.1.1 Redução da demanda de carga na subestação

A geração distribuída tem como característica a proximidade do local de instalação com o local de consumo. Para Bansal (2007), existe uma obviedade na redução da demanda na subestação com uma produção local de geração distribuída, no entanto, no seu estudo nas redes testes do IEEE não houve uma redução significativa na demanda, pois existe um desencontro no pico da demanda em relação ao pico de produção considerando a uma fonte fotovoltaico.

A Figura 1, é uma adaptação da Curva de Pato (*Curve Duck*), originalmente produzida pelo Sistema Independente da Califórnia (CAISO), conforme apresentado por Obi e Bass (2016). Essa curva ilustra os efeitos da Geração Distribuída Fotovoltaica Conectado à Rede (GDFCR), que devido as suas características de produção, não fornece energia no momento de maior demanda do sistema, assim, após o pôr do sol, o sistema é alimentado por geração convecional.

Figura 1 – Potência no alimentador (Curva de Pato)



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Bansal (2007) identifica no teste da rede IITGN-VGEC, responsável por alimentar cargas institucionais, que a produção local contribui para satisfazer a demanda da rede, pois o consumo e a produção de energia podem ocorrer no mesmo instante. Essa redução, também pode ser alcançada, considerando a possibilidade da utilização de sistemas de armazenamento como fonte de energia para os horários de pico de consumo de energia.

3.1.2 Inversão de Fluxo

Na Figura 1, observa-se que há um momento para 4.000 kW de injeção, os valores de potência negativa indicam um fluxo reverso de potência, isso acontece quando a potência de

geração ultrapassa a carga local. Existe uma preocupação do ponto de vista do operador do sistema relacionada a coordenação das proteções e regulação de tensão.

Analizando altos níveis de penetração em dois alimentadores reais, Cheng *et al.* (2016) estuda o fluxo de energia com análises de impacto da geração fotovoltaica. O estudo revela que o fluxo inverso de energia nas subestações é também uma preocupação em momentos de elevada produção, podendo causar problemas no sistema de proteção e instabilidade na tensão. Cheng *et al.* (2016), no seu trabalho, utiliza controle de fator de potência e ajustes nos reguladores de tensão para mitigar os efeitos do alto nível GD na rede.

Entretanto, Zhang (2022), destaca que o impacto da GDFV depende da localização e potência dos geradores, carga e topologia da rede. Na análise das perdas totais na rede de distribuição demonstra que a alteração no fluxo de energia pode levar à redução das perdas da rede de distribuição.

3.2 Perdas Ativas

As RDEE têm as perdas técnicas proporcionais ao nível de carregamento, ou seja, quanto maior a carga, maiores as perdas. A princípio, a inserção de geração próximas às cargas levam a redução das perdas. Com a diminuição da distância entre o local onde está sendo gerado a energia e o local de consumo. Entretanto, isso ocorre dentro de um limite. John, Janamala e Rodrigues (2019), evidencia que inicialmente a penetração de GDFV reduz as perdas, entretanto, com o aumento nível de injeção as perdas tendem a aumentar, simulando sistemas de teste IEEE 33 e 69 barras.

Viana (2018) mostra que integrar Resposta da Demanda e Geração Fotovoltaica pode reduzir até 13,3% as perdas diárias nas linhas e transformadores, além de diminuir o pico de demanda. Outros trabalhos como Villar Yacila (2024) e Zhang (2022) demonstram com a importância da localização geração fotovoltaica de forma planejada pode reduzir perdas elétricas e aliviar a demanda dos alimentadores.

3.3 Influência na Tensão

Diversos estudos evidenciam a influência direta da GD sobre a tensão ao longo dos alimentadores. Analisando altos níveis de penetração em dois alimentadores reais, Cheng *et al.* (2016) observa a variação de tensão, devido às oscilações de potências, com a alta penetração FV. Assim, alguns nós podem exceder o limite regulatório devido a instalação de múltiplos GDFV percebe Que *et al.* (2023), na sua análise da integração de sistema fotovoltaicos conectados à rede.

No processo de integração Zhang (2022), identifica necessidade de controle operacional sobre potência de geração e de planejamento na localização dos pontos de acesso à rede. Corroborando, com isso, o estudo de Chathurangi et al. (2018), mostrando, com simulações no DIgSILENT PowerFactory que elevados níveis de penetração podem causar sobrecargas e violações nos limites de tensão, destacando, por fim, a importância de estratégias de planejamento que proporcione um aumento na capacidade de hospedagem de rede que garanta a qualidade e segurança do serviço.

4 MODELAGEM E METODOLOGIA

Este capítulo tem por objetivo apresentar a metodologia utilizada na modelagem do sistema elétrico, na criação dos cenários e nas simulações computacionais. Inicia-se com o programa OpenDSS, responsável pela modelagem dos elementos elétricos utilizados e pelos cálculos de fluxo de potência. Em seguida, a Base de Dados Geográfico da Distribuidora (BDGD) fonte das informações sobre o alimentador escolhido. Após, é introduzido a metodologia aplicada para verificação dos impactos de geradores distribuídos na Rede de Distribuição de Energia Elétrica (RDEE).

A metodologia adotada neste trabalho consiste na análise de quatro cenários distintos com a inserção de geração distribuída (GD) ao longo do alimentador selecionado. Em cada cenário, a quantidade e a localização das unidades de GD são definidas de forma específica, conforme descrito a seguir:

- Cenário A: GD instalado na barra mais distante do alimentador;
- Cenário B: GD posicionado na barra com a menor tensão, considerando um carregamento de 30%;
- Cenário C: Quatro unidades de GD distribuídas nos finais de cada trecho do circuito;
- Cenário D: Quatro unidades de GD concentradas no centro do circuito.

Para cada cenário, o carregamento do sistema será variado em quatro níveis: 30%, 50%, 70% e 90%. Além disso, a potência de geração injetada variará de 0 a 4.400 kW em cada nível de carga. Os parâmetros analisados incluem: a influência do posicionamento da GD, a potência ativa no alimentador, as perdas ativas, e as tensões máxima e mínima ao longo do circuito. Essa abordagem permite uma avaliação detalhada do impacto da GD no desempenho do sistema sob diferentes condições operacionais.

4.1 OpenDSS

Para o desenvolvimento deste trabalho é utilizado o *Open Distribution System Simulator* (OpenDSS). *Software* projetado para apoiar nos estudos de integração e modernização de redes com Recursos Energéticos Distribuídos (RED). Trata-se de uma plataforma flexível, personalizável e fácil de usar, permitindo aos engenheiros e pesquisadores realizarem análises complexas. Foi projetado para atender aos desafios atuais e futuros do sistema de distribuição e fornece uma base para a compreensão e a integração de novas tecnologias e recursos (EPRI, 2023).

O OpenDSS, dentro da plataforma *Windows*, tem formas de integração com outros programas através de interfaces DLL e COM que permitem a comunicação com programas como *MatLab* e *Python*, facilitando, assim, análises mais complexas e o uso de técnicas de programação.

Como ferramenta para análise o OpenDSS, pode ser usado para (EPRI, 2023):

- Planejamento e análise de distribuição;
- Análise geral de circuito CA multifásicos;
- Análise de interconexão de geração distribuída;
- Simulações anuais de carga e geração;
- Simulações de usinas eólicas;
- Análise de configurações incomuns de transformadores;
- Análise de harmônicos e inter-harmônicos;
- Simulações de tensão neutro-terra;
- Desenvolvimento de casos de alimentadores IEEE teste.

Além disso, existem os módulos de soluções, como: fluxo de energia instantânea, diária e anual; Harmônicos; Dinâmicos; Estudos de faltas, entre outros, possibilitando diferentes análises para diversos contextos que se pretende estudar (EPRI, 2023).

Por se tratar de uma ferramenta com código aberto e sua capacidade e agilidade em lidar com redes complexas com grande número de nós, alguns trabalhos citados utilizam o software, o que justifica a aplicação para a rede adotada neste trabalho. Assim, para realizar o fluxo de potência e avaliar os impactos da alta penetração da geração distribuída, Zhang (2022) faz seu artigo aplicando na rede teste IEEE 33 nós simulando diferentes cenários de conexão e analisando o efeito na tensão e perdas na rede.

A ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, na Nota Técnica 0047/2022-SRD/ANELL, traz o OpenDSS como programa utilizado para execução do método de fluxo de potência para cálculo de perdas na distribuição.

Encontra-se, ainda, a utilização do OpenDSS em dissertações como Morais Filho (2020) que constrói uma análise detalhada dos impactos de instalação e operação em sistemas de distribuição de sistemas de armazenamento de energia estudando a alocação desse recurso utilizando o OpenDSS integrado com o MATLAB avaliando a mitigação dos impactos da GD nas redes de distribuição.

Para finalizar os exemplos, a Tese de Almeida Neto (2023) faz uso do OpenDSS para simular e avaliar o impacto da microgeração fotovoltaica distribuída na rede elétrica brasileira

com simulações de fluxo de potência em cinco redes de baixa tensão de diferentes concessionárias brasileiras. Com objetivo de analisar os efeitos da injeção de potência fotovoltaica na qualidade da energia, observando as sobretensões e sobrecarga dos alimentadores.

Dessa forma, o OpenDSS, vem se tornando relevante como uma ferramenta de código aberto e eficiente no tratamento de redes complexas. Se tornando, assim, um programa amplamente utilizado em estudos sobre GD. Os trabalhos citados demonstram sua aplicação na análise de impactos como flutuações de tensão, perdas, avaliando a capacidade de hospedagem da rede. Além disso, o reconhecimento da ANEEL, reforça sua relevância para os cálculos de perdas técnicas, contribuindo para estudos de planejamento energético.

OpenDSS utiliza um algoritmo que possibilita a realização de cálculos de fluxo de potência em sistemas de distribuição (radial ou malhada). São disponíveis o modo instantâneo (*Snapshot Power Flow*), que analisa um único momento no tempo, e os modos temporárias diário ou anual (*Daily* ou *Yearly Power Flow*) que permitem a inclusão de curvas de geração e demanda que variam ao longo do tempo, oferecendo uma análise dinâmica do sistema.

Para o cálculo do fluxo de carga, o *OpenDSS* suporta duas abordagens: Iterativo (padrão, *LoadModel = "PowerFlow"*) e Direto (*LoadModel = "Admittance"*). No primeiro, são disponíveis dois métodos: Modo Normal, mais rápido e eficiente utiliza o método de injeção de corrente, e o Modo Newton que utiliza o método Newton-Raphson. Neles, as cargas e geradores são modelados como fontes de injeção de potência e utiliza um processo iterativo até convergir para uma solução estável, ideal para cargas não lineares em sistemas de distribuição. No segundo, Direto, a matriz admitância é montada considerando cargas e geradores como admitâncias fixas, resolve as equações do sistema diretamente, sem iterações, apropriado para estudos de curto-circuito ou quando as cargas são lineares.

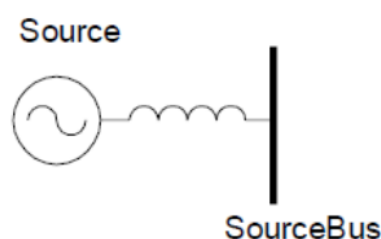
Uma característica que se destaca em relação a outros softwares de simulação de circuitos elétricos é a forma como os componentes do sistema são declarados. Diferente de ferramentas que utilizam interfaces gráficas, neste programa a modelagem é feita de maneira não interativa, por meio de linhas de código, o que proporciona maior flexibilidade e controle sobre a configuração do sistema.

A exposição dos principais elementos utilizados na modelagem do sistema elétrico de distribuição será realizada nas próximas seções. Cada elemento tem uma forma de representação no *OpenDSS*, com especificações próprias que serão descritas.

4.1.1 Subestação

No *OpenDSS* quando é instanciado um circuito novo é associado a esse circuito uma fonte de tensão trifásica, *Source*, conectada a um barramento, *Source Bus*, exemplificado na Figura 2. Existe no programa valores padrões de tensão, 115kV, e curto-circuito 3000 MVA, assim, o circuito pode ser resolvido de forma imediata, entretanto com resultados triviais (EPRI, 2023).

Figura 2 – Subestação no *OpenDSS*



Fonte: EPRI, 2023.

Esse deve ser o primeiro comando a ser executado e é definido pelos parâmetros de potência ou corrente de curto-circuito trifásica ou monofásica, resistência e reatâncias de sequência positiva, negativa e zero, frequência de operação, indicando também a barra ao qual será conectada.

A exemplo, neste trabalho, inicia-se o circuito com:

```
new "circuit.1928" pu=1.0 basekv=13.8 bus1="MSU01V3" r1=0 x1=0.0001
```

4.1.2 Transformador

Para EPRI (2023), o transformador se trata de um Elemento de Fornecimento de Energia, com dois ou mais terminais multifásicos. O modelo no *OpenDSS* consiste em dois ou mais enrolamento (*windings*), com $Y - \Delta$ adotado como padrão. O transformador pode possuir uma ou mais fases. O número de condutores por terminal será sempre 1 a mais que o número de fases. Para $Y - Y$, o condutor extra será o neutro.

Dessa forma, para definir os transformadores de distribuição são inseridas informações sobre a quantidade fases, enrolamentos, o tipo de conexão, a tensão de base primária e secundária, a potência em kVA, as perdas em carga, perdas sem carga e as barras referente a cada enrolamento indexando os terminais.

Como exemplo, a Tabela 1, explicita-se como os transformadores são instanciados nos arquivos do *OpenDSS*. Os dois terminais do transformador referentes aos enrolamentos são indicados em *buses*, a propriedade *conns* recebe o tipo de conexão, Delta ou Wye (estela), na ordem das barras, da mesma kV indica a tensão de base para o terminal 1 e 2, respectivamente.

Kvas indica as potências aparentes do elemento. Taps recebe uma matriz pu do tap para cada enrolamento. Por fim *%loadloss* e *%noloadloss*, tem as porcentagens de perdas em carga nominal e sem carga à tensão nominal, respectivamente.

Tabela 1 – Código para os transformadores no *OpenDSS*

Transformador	Sintaxe
TRF_104174XA	New "Transformer.TRF_104174XA" phases=3 windings=2 buses=["48169M-1928.1.2.3" "48169B104174X.1.2.3.4"] conns=[Delta Wye] kvs=[13.8 0.38] taps=[1 1.0] kvas=[75.0 75.0] %loadloss=1.340000 %noloadloss=0.340000
TRF_1325000A	New "Transformer.TRF_1325000A" phases=3 windings=2 buses=["48980M-1928.1.2.3" "48980B1325000.1.2.3.4"] conns=[Delta Wye] kvs=[13.8 0.38] taps=[1 1.0] kvas=[112.5 112.5] %loadloss=1.173333 %noloadloss=0.288000

Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.1.3 Cargas

O *OpenDSS* trata a carga como um elemento complexo de conversão de energia. Para definir a carga é necessário a potência nominal em kW e o fator de potência (FP) ou por sua potência em kVA. Adicionalmente, as cargas podem ser modificadas por multiplicadores, tais como: Multiplicador global de carga do circuito, o perfil de carga anual, perfil de carga diária e um perfil de carga de ciclo de trabalho.

Como padrão a carga é uma fonte de injeção de corrente, assim, a matriz Y primitiva contém apenas a impedância que pode existir do neutro de uma carga conectada em estrela para terra.

Assume-se as cargas como sendo balanceadas para o número de fases especificadas, caso deseje cargas desbalanceadas, essas devem ser inseridas separadas como monofásicas. Existem três maneiras válidas de especificar a carga base: 1) kW, PF; 2) kW, kVAr; e 3) kVA, PF. A Tabela 2, mostra as principais propriedades que o *OpenDSS* dispõe para definição da carga.

Tabela 2 – Propriedades da Carga

Propriedade	Definição
-------------	-----------

<i>busI</i>	Nome da barra onde a carga será conectada. Incluindo a definição do nó onde será conectado. Cargas conectadas em estrela, em geral, têm um condutor a mais que o número de fases, exemplo, carga com 3 fases conectados em estrela tem 4 condutores. Para ligações em Delta, monofásica possui 2 condutores, as bifásicas têm 3, as demais ligações em Delta, ou linha-linha, tem o mesmo número de condutores que as fase.
<i>Phases</i>	Número de fases da carga.
<i>Kv</i>	Tensão base da carga. Para cargas bifásica ou trifásica especificar a tensão fase-fase. Para todas as outras cargas, se a ligação for em estrela, especificar fase-neutro; se a ligação for em delta, especificar o kV fase-fase.
<i>Kw</i>	Potência ativa nominal, kW, para a carga.
<i>Pf</i>	Fator de potência nominal para a carga.
<i>Model</i>	Define a forma como a carga varia com a tensão, indicado por um número inteiro. Os modelos de carga implementados, são: 1. P e Q constante (padrão) 2. Impedância constante 3. P constante e Q quadrático 4. Exponencial 5. Corrente constante 6. P Constante e Q Fixo (no valor nominal) 7. P constante e Q quadrático (reatância fixa) 8. ZIP (Composto por todos os sete modelos anteriores) Obs.: O valor de “constante” pode ser alterado por multiplicadores, os valores “fixos” são sempre os mesmos.

Fonte: EPRI (2023)

Assim, para definir as cargas é informado: o nome da carga, a barra onde se conecta com a indicação dos terminais, número de fases, tipo de conexão, o modelo de carga, a tensão em kV, a potência em kW, o fator de potência, curva diária, limite de tensão máximo em pu e o limite mínimo de tensão em pu.

Na Tabela 3, é possível ver a maneira como as cargas foram inseridas no circuito apresentando dois exemplos, uma carga em média e baixa tensão. Além das propriedades da Tabela 2, têm-se: *conn* que indica o tipo de conexão, Delta ou Wye (Estrela); *status* que pode ser *fixed* ou *variable*, indicando se a carga pode ser alterada por multiplicado (*variable*) ou não (*fixed*), o padrão é definido em *fixed*;

Outras propriedades são *vmaxpu*, limite máximo de tensão em pu para o modelo, acima desse valor o modelo da carga se torna de impedância constante; *vminpu*, limite mínimo de tensão em pu para o modelo, abaixo desse valor o modelo reverte para impedância constante. Na propriedade *bus1*, os valores após o “.” indicam a ordem de conexão entre nós.

Tabela 3 – Código para as cargas no *OpenDSS*

Carga	Sintaxe
Load.MT_063e29c511f31e2a93994610808d5bd7faf1c22b45ae184ba92610808d5bd7faf1e3c87aa0dcbb2_M1	New "Load.MT_063e29c511f31e2a93994610808d5bd7faf1c22b45ae184ba92610808d5bd7faf1e3c87aa0dcbb2_M1" bus1="10424846M-1928.1.2.3.0" phases=3 conn=Delta model=2 kv=13.8 kw=13.2627374 pf=0.92 daily="MTTIPO7_DU" status=variable vmaxpu=1.5 vminpu=0.93 M1
Load.BT_0004b1c7191bc272c7d5898e0b6ba3b6e702bcceaf1b787875430b8baea5dc07_M1	New "Load.BT_0004b1c7191bc272c7d5898e0b6ba3b6e702bcceaf1b787875430b8baea5dc07_M1" bus1="1004856B2463688.2.4" phases=1 conn=Wye model=2 kv=0.219 kw=0.09488 pf=0.92 daily="RESTIPO9_DU" status=variable vmaxpu=1.5 vminpu=0.92 M1

Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.1.4 Linhas de distribuição

O elemento Linha é utilizado para modelar a maioria das linhas ou cabos multifásicos. O modelo π com capacitância *shunt* é adotado e é descrito pela sua impedância especificada com valores de componentes simétricas ou por valores matriciais. Como alternativa, pode-se utilizar o objeto *LineCode* de onde podem ser copiados os valores de impedância. Ou especificar um objeto *Geometry* existente e as impedâncias serão calculadas (EPRI, 2023).

As linhas são inseridas recebem um nome e tem as seguintes propriedades que serão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Propriedades da linha

Propriedade	Definição
<i>bus1</i>	Nome da barra para o terminal 1. A ordem dos nós é opcional.

<i>bus2</i>	Nome da barra do terminal 2.
<i>Linecode</i>	Nome da <i>LineCode</i> existente contendo as impedâncias
<i>Length</i>	Multiplicador de comprimento a ser aplicado aos dados de impedância.
<i>Phases</i>	Número de fases, padrão 3.
<i>Unit</i>	Unidades de comprimento (none mi kft km m Ft in cm). O padrão é none e assume que as unidades de comprimento correspondem às unidades de impedância.

Fonte: EPRI, 2023.

As *LineCode* usadas são definidas com o número de fases, frequência base, resistência de sequência positiva (Ω por unidades de medida) e reatância de sequência positiva (Ω por unidades de medida), unidade de medida e capacidade de corrente nominal.

No modelo adotado de circuito são utilizadas as redes de média tensão. Assim, as cargas de distribuição são conectadas diretamente no secundário dos transformadores. Essa aproximação é realizada com a finalidade de focar o estudo na região de distribuição primária.

Na Tabela 5, é possível ver um exemplo de escrita das linhas (*line*) nas simulações e de um código de linha (*linecode*)

Tabela 5 - Código para as linhas no *OpenDSS*

Linha/ <i>Linecode</i>	Sintaxe
Line.SMT_15053 51	New "Line.SMT_1505351" phases=3 bus1="48225M-1928.1.2.3" bus2="10089055M-1928.1.2.3" linecode="5_M_3_1_3" length=0.03007243 units=km
Linecode.5_M_3 _1_3	New "Linecode.5_M_3_1_3" nphases=3 basefreq=60 r1=2.179 x1=0.52 units=km normamps=140.0

Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.1.5 Gerador Distribuído

A geração distribuída será modelada pelo elemento de conversão de energia *Generator*, semelhante a um objeto carga, com praticamente as mesmas propriedades. A potência nominal é definida pelo kW e PF nominais ou pelo kW e KVAR. E podem ser modificados por vários multiplicadores, incluindo o multiplicador de carga do circuito global, a curva de carga anual, curva de carga por ciclo de funcionamento.

O gerador, *Generator*, recebe o nome, o número de fases, a barra onde será conectada, a tensão base, o fator de potência e potência nominal em kW. Na Tabela 6, é possível observar como são inseridos na linguagem do *OpenDSS* os geradores distribuídos.

Tabela 6 – Código para os Geradores Distribuídos no *OpenDSS*

Gerador	Sintaxe
Generator.Gen_1	New “Generator.Gen_10311418m-1928”
0311418m-1928	Phases=3 Bus1=10311418m-1928 kV=13.8 Pf=1 kW=1000

Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.2 Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD)

Os dados para a rede de distribuição real são obtidos da Base de Dados Geográficos da Distribuição (BDGD). O BDGD é regulamentado pelo Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) modificado pela Resolução Normativa ANEEL nº 956/2021. O PRODIST contém diversos módulos que estabelecem normas e padrões para as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e ao desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica. No módulo 10 é definida a Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD) como componente essencial do Sistema de Informação Geográfica Regulatório (SIG-R).

O BDGD tem como objetivo descrever as informações técnicas dos sistemas de distribuição e deve ser alimentado pelas concessionárias com dados sobre as unidades consumidoras, unidades geradoras, transformadores, reguladores, linhas, ou seja, sobre toda a rede.

Almeida Neto (2023) utiliza os dados obtidos no BDGD para simular redes de baixa tensão reais. Neste trabalho, o BDGD servirá como base principal das informações. Os dados fornecidos pela COSERN serão utilizados neste estudo e a partir deles as análises das interações entre a rede e geradores distribuídos. De maneira geral, os dados são abertos ao público e podem ser acessados por empresas do setor e pesquisadores.

Para a conversão de modelo do formato BDGD para o formato *OpenDSS* foi utilizado a ferramenta *bdgd2opendss*, entretanto não tem a finalidade de verificar ou validar qualquer dado contido no BDGD, estes são de responsabilidade da concessionária. Essa ferramenta facilita a integração dos dados e análise dos sistemas de distribuição e visa democratizar a modelagem de sistemas de distribuição brasileira, fazendo com que modelos reais de rede de distribuição locais se tornem acessíveis a estudante e pesquisadores (RADATZ; CONTRIBUTORS, 2024).

4.3 Metodologia aplicada as simulações

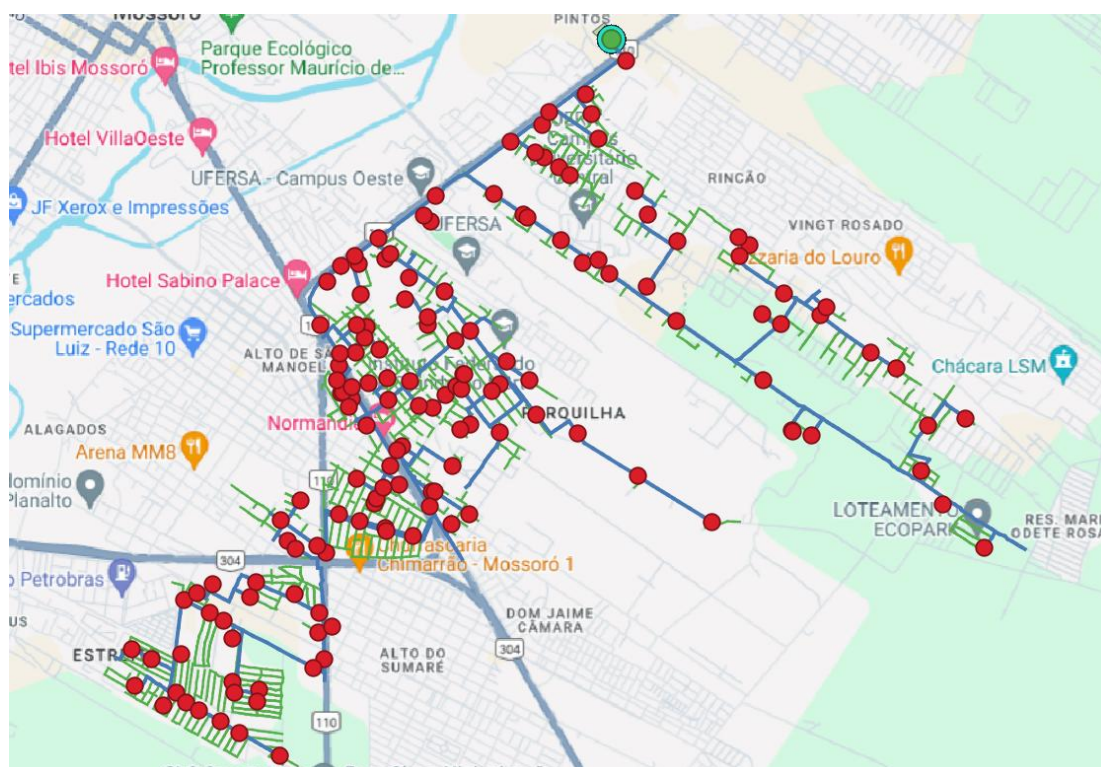
A presente seção descreve a metodologia implementada para avaliar os impactos de geradores distribuídos na RDEE. São definidas inicialmente algumas condições para que os

efeitos de outros elementos da rede sejam minimizados e, assim, criar um modelo de circuito base desativando reguladores de tensão principal, elementos de controle e capacitores.

4.3.1 Alimentador 1928

Esta seção contém informações do Alimentador 1928 que será utilizado nas simulações, a descrição mais detalhada pode ser encontrada no Apêndice A. O Alimentador pertence à Concessionária de Energia do Rio Grande do Norte, COSERN (Neoenergia). Instalada na cidade de Mossoró, RN, é conectada à Subestação MSU, localizada na Rua Bezerra, Pintos, nas coordenadas geográficas -5.193726,-37.3143357. A Figura 3 identifica Alimentador 1928, a subestação MSU marcada com círculo verde, a RDEE de média tensão com as linhas azuis, a RDEE de baixa tensão na linha verde e os transformadores de distribuição com bola vermelha.

Figura 3 – Alimentador 1928



Fonte: Autoria Própria, 2024.

O Alimentador 1928 é composto por 1.117 segmentos de linhas, operando em tensão de 13,8 kV entre fases. Tem extensão de 38,26 km e ponto mais distante a cerca de 10 km da subestação. Possui 150 transformadores distribuídos ao longo de sua extensão, entre transformadores de cliente e da própria concessionária.

No circuito encontram-se cargas em média e baixa tensão. As cargas em média tensão (MT) são conectadas em 13,8kV, com fator de potência de 0,92, divididas em tipo de curva e associadas a uma única barra cada, com carga total de 1.717,77 kW. As cargas de baixa tensão

(BT) operam em 219/380 V, com fator de potência padrão de 0,92, distribuindo em monofásicas e trifásicas, com e sem geração, com potência total em 3.642,12 kW. Os valores das cargas são fornecidos pela concessionária ao BDGD e são obtidos através de uma aproximação baseada no consumo do alimentador.

Nas simulações desconsideram-se os valores encontrados de carregamento ao longo do dia, no Apêndice A - Figura 36, obtidos pelas somatórias das curvas de carga. Assim, inicialmente considera-se a carga instalada cerca de 4,967 MW, esse valor ignora a potência de geração instalada no sistema que é de 392,36 kW, ou seja, 7,32% de penetração considerando a potência. Ou ainda, 7,45% considerando a quantidade de geração distribuída sobre a quantidade total de unidades conectadas, do total de 5.359,89 kW de potência instalada.

Entretanto, este ainda não é o valor exato utilizado nas simulações. No BDGD algumas cargas foram informadas sem seu devido barramento ao qual se conectava e, devido à sua magnitude, foi considerada irrelevante para o desenvolvimento do trabalho.

Dessa forma, a potência considerada para cada carregamento está descrita na Tabela 7. Dentro dos valores obtidos inicialmente foi realizado alguns ajustes, a coluna CARGA UTILIZADA tem os valores com a correção. A divergência principal em 30% de carga se dá por conta da função utilizada no *OpenDSS*, entretanto proporciona um estudo mais amplo considerando a situação do final de semana em que os consumidores institucionais estão em carga mínima.

Tabela 7 – Carregamento utilizado nas simulações

CARREGAMENTO	CARGA (KW)	INICIAL CARGA UTILIZADA (KW)	COMENTÁRIO
30 %	1.490,26	718,94	Baixa Carga
50 %	2.483,76	1.936,04	Próxima à carga média
70 %	3.477,27	3.351,11	Próximo a carga máxima
90 %	4.470,77	4.689,73	Carga extraordinária

Autoria Própria, 2025.

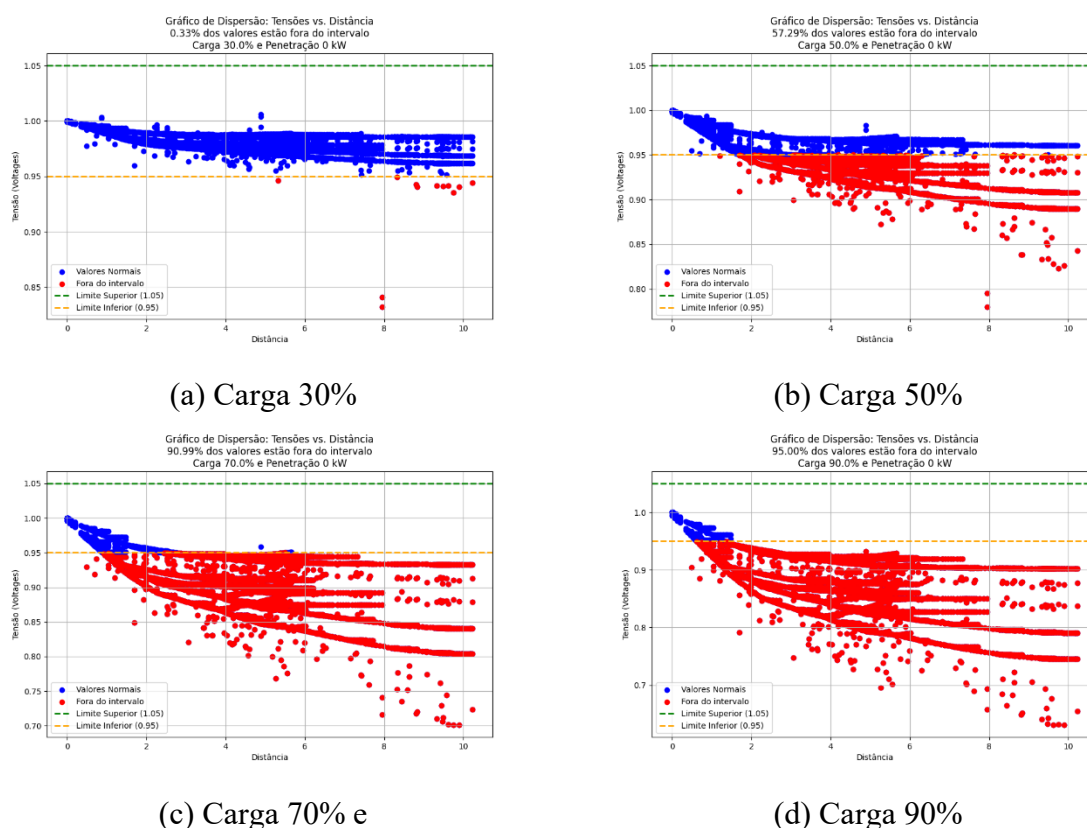
Inicialmente, a título de comparação, será apresentado os gráficos mostrando o perfil de tensão nos nós pela distância em relação a origem do alimentador, Figura 4. Observa-se que para o carregamento mínimo de 30%, apenas 0,33% dos nós apresentam tensão fora do limite. Com 50% de carregamento, o sistema tem 57,29% das cargas fora do limite de tensão. E o resultado piora para níveis maiores, onde com 70% e 90%, as cargas fora dos limites são 90,99% e 95%,

respectivamente. Ou seja, o sistema opera com a maioria das cargas com tensão abaixo dos valores estabelecidos.

Lembrando que isso ocorre pela desativação dos elementos de controle, para dessa forma isolar a influência desses elementos e avaliar apenas influência da penetração de geração distribuída.

Como comportamento, tem-se ainda o decaimento da tensão ao longo do alimentador como característica básica das redes de distribuição radiais, ressaltando que os elementos de controle como capacitores e reguladores de tensão estão desativados, por isso, o sistema apresenta um comportamento de tensão dentro do regime regulatório, apenas para 30% de carga.

Figura 4 – Perfil da tensão ao longo do alimentador



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2 Algoritmo e Fluxograma

Considerando o modelo base, variando o carregamento conforme descrito na Tabela 7, será inserido geração distribuída variando o nível de penetração, de 0 a 4.300 kW em uma barra, ou conjunto de barras, definidos. A construção dos cenários e simulações será evidenciada nesta seção e os resultados expostos no Capítulo 5.

No Python, inicialmente, são estabelecidas as condições que colocam o circuito com 1 pu na origem, limita a busca por barras a uma distância de 2 km da subestação e fixa a tensão dos geradores em 13,8 kV, Quadro 1.

Quadro 1 – Condições iniciais

```
circuit_pu = 1 # Tensão inicial do circuito em 1pu
lim_distance=2 # Condições para as barras que receberão os GD
v_generator = 13.8 # Tensão do gerador
```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Em seguida, são definidas as barras que receberam as GDs a partir dos critérios definidos: 1) possuir 3 fases e 2) tensão superior a 1 kV. As barras são descritas na forma de lista, nomeada *bus_list*, Tabela 8.

Tabela 8 – Barramentos utilizados nos cenários

CENÁRIO	BARRAS
A	['10311418m-1928']
B	['49006m-1928']
C	['49006m-1928','10600496m-1928','10311418m-1928','10404529m-1928']
D	['49006m-1928','10600496m-1928','10311418m-1928','10404529m-1928']

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Antes de iniciar as simulações, é necessário estabelece a comunicação entre o *Python* e o *OpenDSS*. Para isso, faz-se necessária instanciar o objeto responsável pela interface entre as duas plataformas. Nessa etapa, também é criada um *DataFrame* com o auxílio do *Pandas* – ferramenta de código aberto amplamente utilizada para análise e manipulação de dados em *Python* – que armazenará os resultados obtidos ao longo das simulações. As linhas de código estão no Quadro 2.

Quadro 2 – Criação do objeto `py_dss_interface` e `DataFrame`

```
# Caminho para os arquivos
script_path = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
#Indica o caminho para o arquivo OpenDSS
dss_file = pathlib.Path(script_path).joinpath("1928",
"DU_1_Master_40_MSU_1928.dss")

# Cria o objeto
dss = py_dss_interface.DSS()

#Cria o DataFrame para os resultados
df_results = pd.DataFrame(columns=['penetration_kw', 'load',
                                'feederhead_kw', 'feederhead_kvar', 'losses_kw',
                                'losses_kvar', 'max_v', 'min_v'])
```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

O *DataFrame*, recebe as informações de potência de penetração em kW, carregamento, potência ativa e reativa no alimentador, perdas ativas e reativas, máxima e mínima tensão. Entretanto os valores reativos não são utilizados nas análises.

Com isso, será realizado os laços que variando o carregamento do circuito em 30%, 50%, 70% e 90%. Para cada nível de carga, tem um novo laço que varia a injeção de potência nas barras escolhidas iniciando com 0 kW até 4.400 kW, ao passo de 100 kW.

Cada iteração chama a função *flow* que recebe o valor de penetração e a localização do GD e tem como resultados as informações que alimentam *DataFrame* e elaborado o Gráficos da Tensão ao longo do circuito. Ao final das interações o gráfico com o resultado dos cenários é plotado com os valores da potência no alimentador, perdas ativas, tensão máxima, tensão mínima.

A execução da função *flow* guarda algumas pré-condições utilizadas na execução do fluxo de potência. O Quadro 3 está descrito os códigos para desativação dos elementos de controle, linhas 1 e 2; linhas 3 a 5, na ordem, define o modelo de carga para P e Q constante, estima $v_{maxpu}=1.25$ e $v_{minpu}=0,75$; na linha 6, o *loadmult* recebe o multiplicador para os carregamentos utilizados nas simulações.

Quadro 3 – Recorte 1 da função *flow*

```

1. dss.text("set controlmode=Off")
2. dss.text("batchedit capacitor.* enabled=0")
3. dss.text("batchedit load.* mode=1")
4. dss.text("batchedit load.* vmaxpu=1.25")
5. dss.text("batchedit load.* vminpu=0.75")
6. dss.text(f"set loadmult={load_mult}")

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Após essa etapa é feito, na função *flow*, é colocado um laço, linha 1, que recebe a lista de barras e para cada barra, divide a potência de penetração em kW, linhas 2, pela quantidade de geradores e insere os geradores no circuito, linhas 3. Na linha 4, o gerador é marcado na plotagem do circuito e na linha 5 o circuito é resolvido com o fluxo de carga.

Quadro 4 – Recorte 2 da função *flow*

```

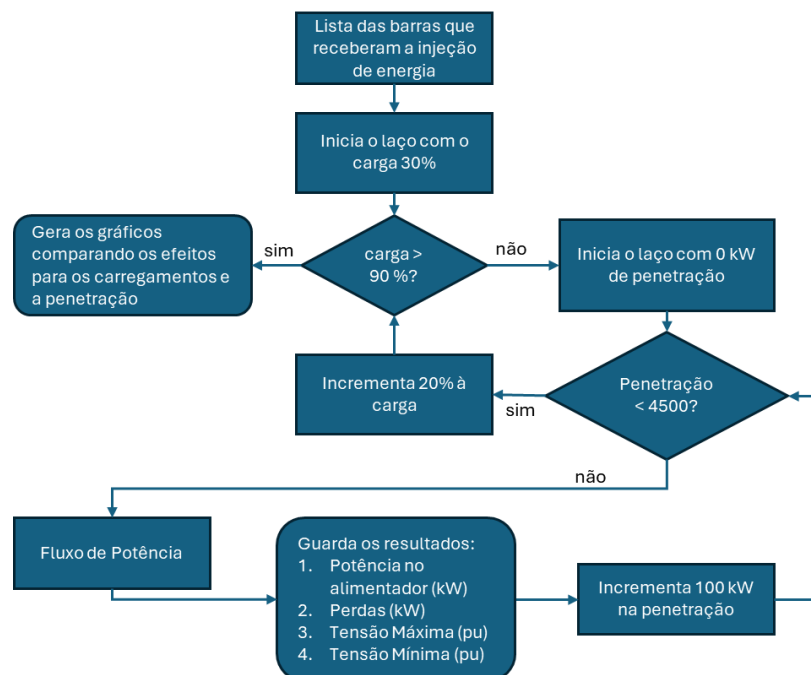
1. for bus in bus_list:
2.     pen = penetration_kw / len(bus_list)
3.     dss.text(f"New Generator.Gen_{bus} Phases=3 Bus1={bus}
               kV={v_generator} Pf=1 kW={pen}") # Cria GD
4.     dss.text(f"AddBusMarker bus={bus} Color=red Size=10 Code=15")
5. dss.text("solve")

```

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Figura 5 descreve o fluxograma do algoritmo utilizado para criar os cenários e efetuar as simulações no caso da rede de distribuição real, o Alimentador 1928.

Figura 5 – Fluxograma do algoritmo utilizado



Autoria Própria, 2025.

Foram realizadas diversas simulações considerando os níveis de carregamento apresentados e variando a potência dos geradores de 0 kW (sem geração distribuída) a 4.400 kW, para se aproximar o valor de potência máxima à 90% de carregamento. A Geração Distribuída é inserida na rede diretamente em média tensão com posicionamento indicado na Tabela 9.

Tabela 9 – Posicionamento e quantidade das GDs nos cenários

CENÁRIOS	POSICIONAMENTO	QTD. GDs
A.	Barramento mais distante da origem do alimentador	1
B.	Barramento com menor tensão (carregamento 30%)	1
C.	Barramentos nos finais de trechos	4
D.	Barramentos no centro do circuito	4

Fonte: Autoria Própria, 2025.

5 RESULTADOS

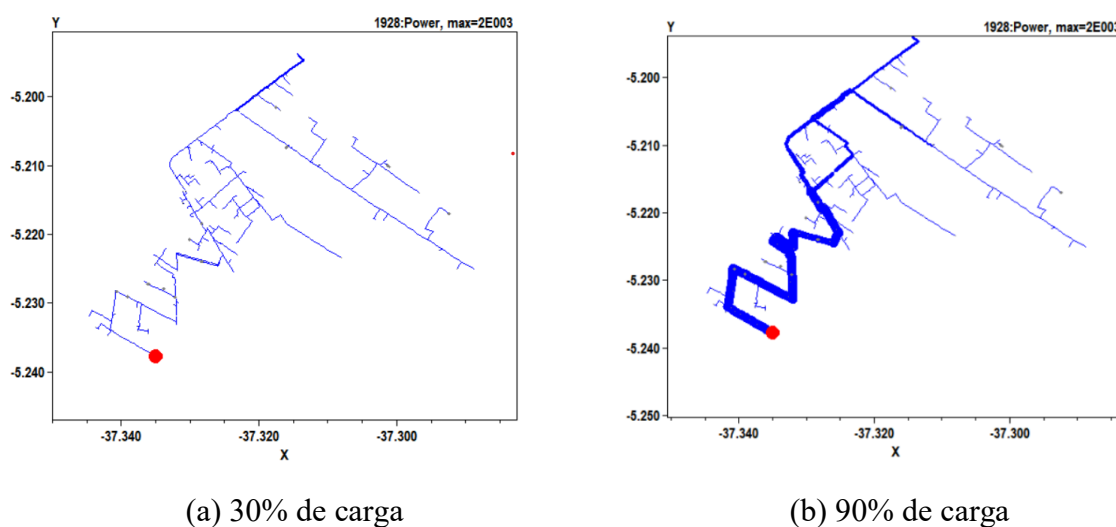
Neste capítulo estão expostos os resultados obtidos nas simulações realizadas para cada cenário especificado, a partir do método descrito.

Sobre a Potência Ativa no Alimentador, destaca-se que o sinal de negativo representa o sentido do fluxo de energia, ou seja, serve para indicar os níveis de penetração que geram fluxo reverso de potência do alimentador. Sobre as tensões, os resultados apresentam valores que ultrapassam o limite de sobretensão, 1,05 pu, e subtensão, 0,93 pu, estabelecidos pela PRODIST Módulo 8. Isso é possível em parte, pois são desativados os instrumentos de controle de tensão.

5.1 Cenário A

Esta seção discute os resultados obtidos no cenário A, onde a GD é posicionada na barra mais distante do alimentador, cerca de 10,19 km, indicada na Figura 6.

Figura 6 – Localização da GD – Cenário A



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Conforme as condições apresentadas, se trata de um barramento trifásico de média tensão. Durante as simulações, varia-se o nível de carregamento da RDEE e o nível de penetração, com objetivo de avaliar o comportamento da rede a fim de identificar os impactos de geradores distribuídos.

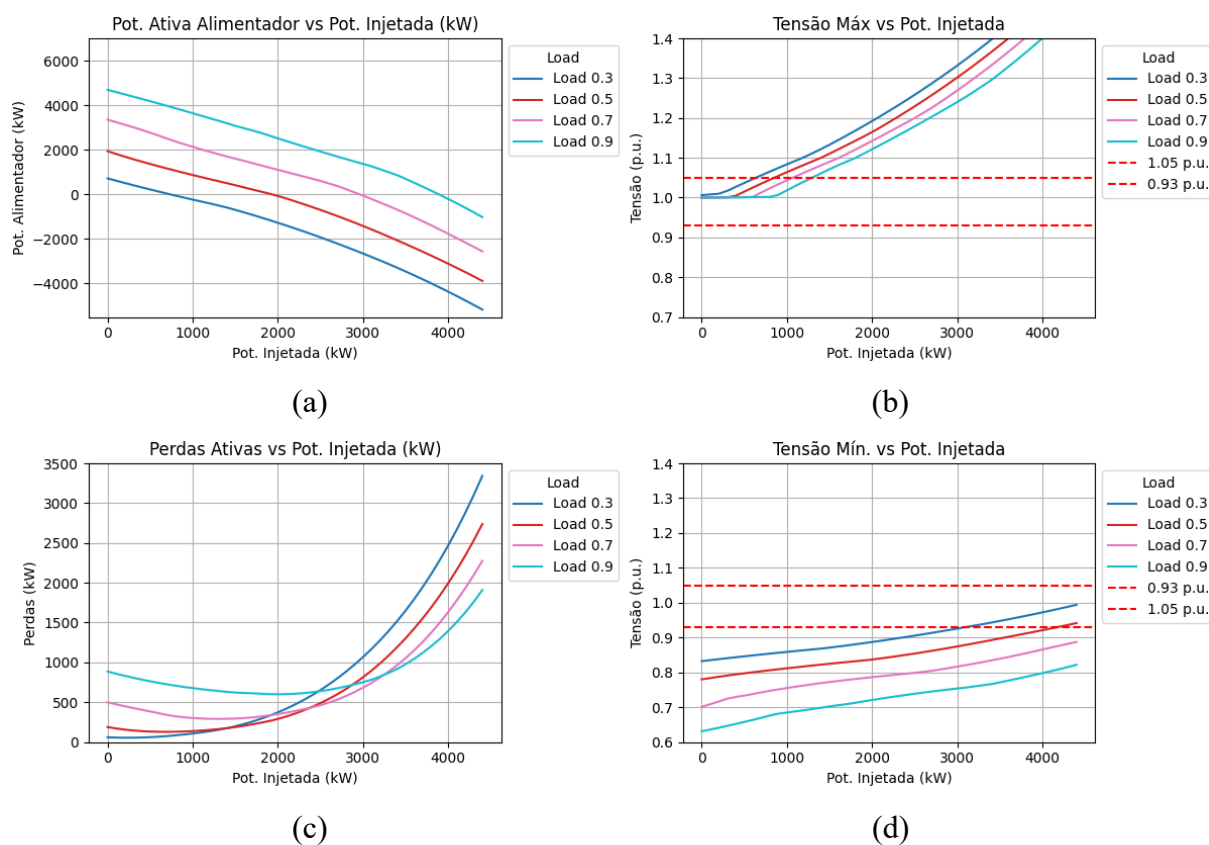
Na Figura 7, cada gráfico indica um item a ser avaliado. No primeiro gráfico tem-se a Potência Ativa Alimentador vs Potência Injetada (kW), onde cada linha indica um nível de carregamento de 30% a 90%. Nele é possível observar os pontos de inversão de fluxo no Alimentador 1928 e os valores de injeção que geram esse efeito para cada valor de

carregamento, como esperado quanto maior o carregamento é necessário uma quantia maior de potência injetada.

No gráfico das Perdas Ativas vs. Potência Injetada (kW), Figura 7, as curvas para 0 kW mostram que as Perdas Ativas em valores absolutos aumentam na mesma medida que o carregamento. Com o aumento da penetração tem-se uma mudança nesse padrão, ao final das simulações com 4.400 kW as curvas com menores valores de carga tem os maiores valores de perdas. Com essas perdas crescendo de forma exponencial.

Em todas as curvas dos carregamentos identifica-se um aumento nas Perdas Ativas em kW, demonstrando um impacto severo para essa localização da injeção de energia. Entretanto, para níveis de carga mais elevados, como 70% e 90% houve uma leve diminuição das perdas de 498,54 kW inicialmente para 289,98 kW com 1.300 kW de injeção e de 885,64 kW, no início 599,67 kW com 2.000 kW injetado, respectivamente, os valores de perdas se mantêm a abaixo das perdas iniciais até 2.600 kW, para 70%, e 3.200, para 90%, pontos anteriores a inversão de fluxo que ocorre a 3.000 kW para curva de 70% de carga e 3.900 com 90% de carregamento.

Figura 7 – Resultados do cenário A



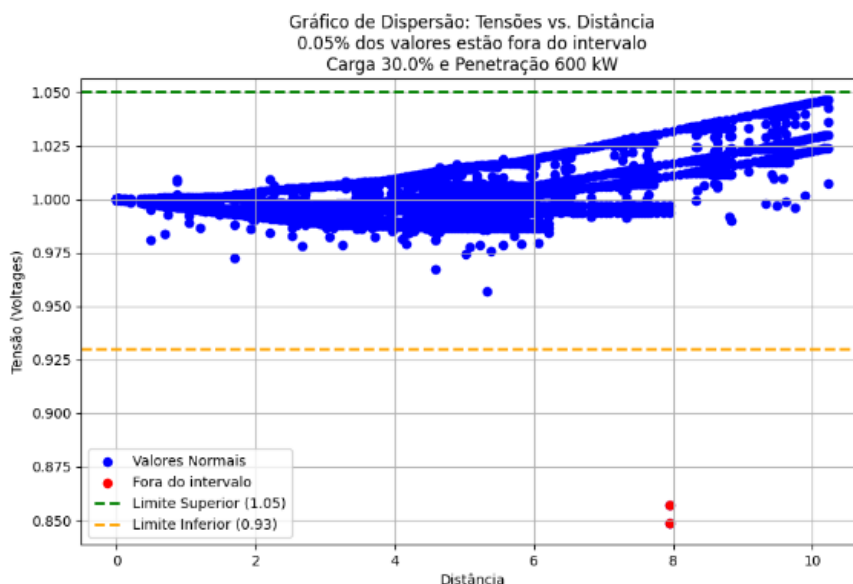
Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Figura 7, (b) e (d), mostram os níveis da tensão máxima e mínima do circuito em relação aos níveis de penetração para cada curva de carregamento. Para a tensão máxima, nesse

cenário, observa-se que as curvas têm crescimento acentuado e ultrapassam o limite de 1,05 pu antes do ponto de inversão de fluxo e com a com cerca de 1.200 kW de potência injetada ocorre sobretensão em todas as curvas. Na tensão mínima, observa-se que todas as curvas têm nós com subtensão crítica e que apenas as curvas de 30% e 50%, com 4.400 kW de injeção, apresentam valores acima desse limite, entretanto com valores máximos muito acima do limite.

Para melhor compreensão do comportamento da tensão ao longo do alimentador, será evidenciado os valores de tensão em relação à distância, dada em km, da origem do alimentador, revelando que para cada nível de carregamento existe um valor de penetração onde os valores de tensão fora do intervalo são minimizados. Cada ponto inserido nos gráficos representa a tensão em um nó do circuito, o eixo x contém a distância entre o nó e a origem do alimentador. Com destaque a elevação de tensão nos nós mais distantes devido o posicionamento para esse cenário.

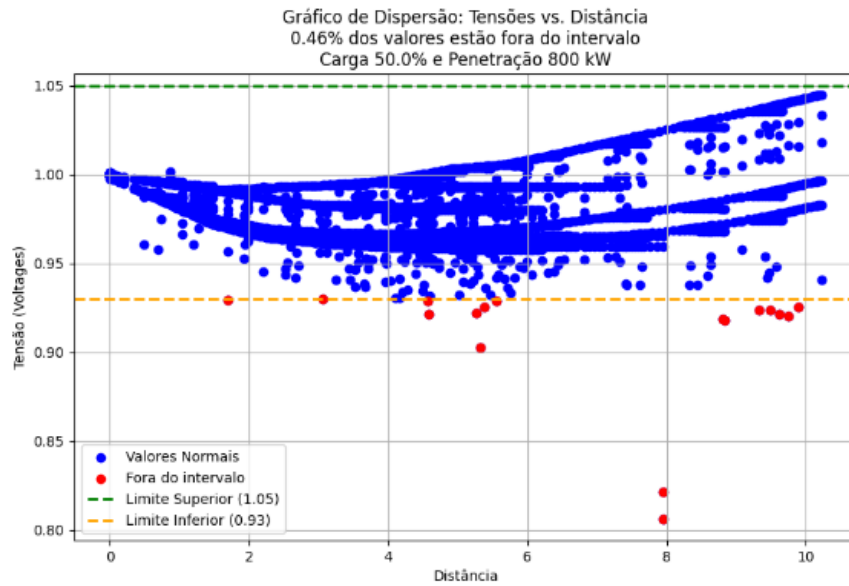
Figura 8 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário A



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Na Figura 8, observa-se que, para um carregamento de 30%, a injeção de 600 kW representa o ponto com maior número de nós dentro dos limites, 0,05% de nós fora dos limites. Esse valor é próximo da potência associada à inversão de fluxo, que ocorre a 800 kW, com uma penetração de 83,46%. Em comparação com o perfil da tensão sem GD, verifica-se uma elevação das tensões dos nós mais distantes e um a redução no número de barramento que ultrapassam os limites regulatórios.

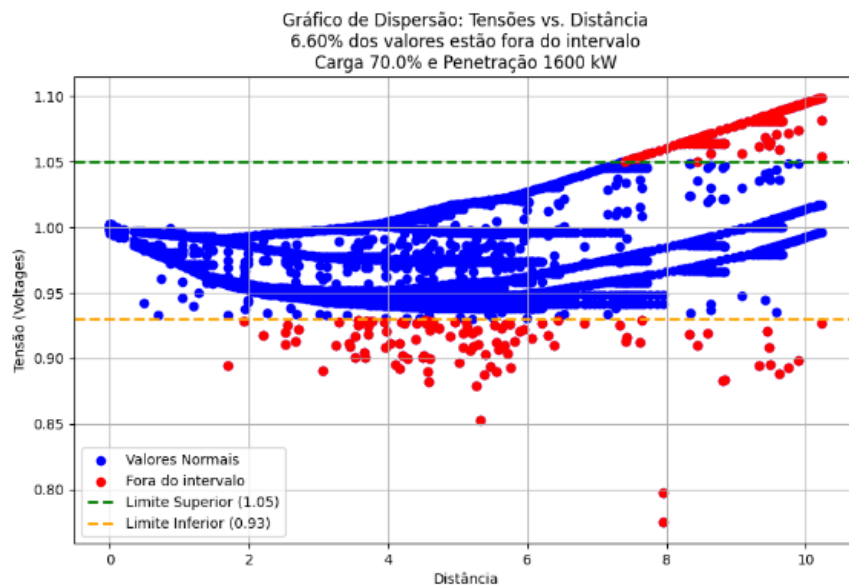
Figura 9 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário A



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Nas Figura 9, com o aumento para 50% de carga, o ponto de minimização dos nós com tensões fora do limite se dá com 800 kW, 41,32% de penetração, com 0,46 % dos nós fora dos limites. Também revela melhoria em relação aos dados iniciais, apresentados na Figura 4, que apresentavam 17,29% dos nós fora dos limites. A elevação de tensão nos nós mais distantes devido ao posicionamento utilizado.

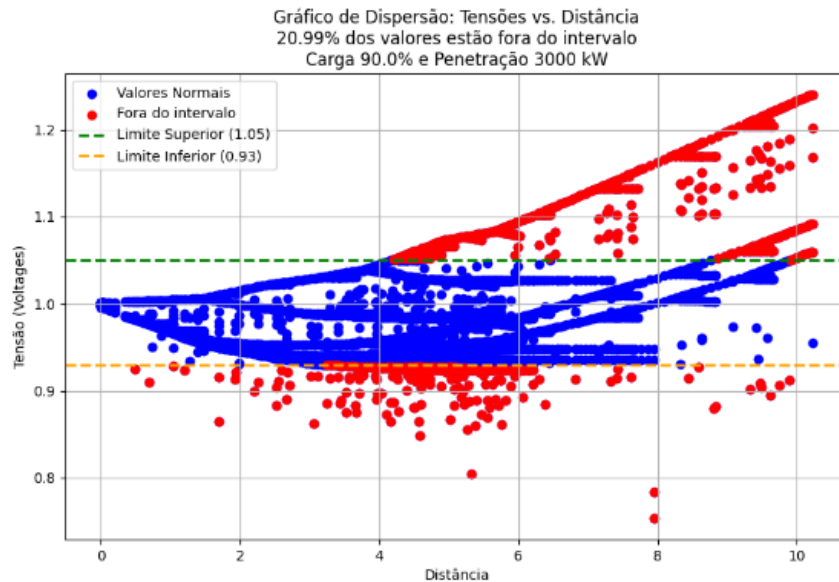
Figura 10 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário A



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Figura 10 mostra o comportamento para 70% de carregamento. Para esse nível de carga, a rede tem um melhor suporte para o nível de injeção em 1.600 kW, com nível de penetração em 47,75%, 6,60% dos nós fora do limite, em comparação com 90,99%, do item 4.3.1, encontrados inicialmente, mostra uma efetiva função que a GD pode exercer nesses casos. Observação, alguns pontos, apesar de próximo ao alimentador podem se encontrar distantes ao ponto de injeção e apresentar subtensões.

Figura 11 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (90% de carga) – Cenário A



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com 90% de carga, na Figura 11, o sistema com 3.000 kW de injeção, 63,97% de penetração, tem 20,99% dos nós com sobretensão e subtensão. Comparando com os valores iniciais há um progresso, para esse nível de carga, cerca de 95% dos nós estavam fora da faixa limite. Entretanto, com esse carregamento, para o nível mínimo de nós com tensão fora do limite, há uma mudança de subtensão para sobre tensão no final do alimentador.

Comparando com o sistema inicialmente, Tabela 10, observa-se uma melhora nos níveis de tensão nos nós ao longo do alimentador para os valores de cargas indicados e os valores ótimos de penetração.

Tabela 10 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário A

Carga	Inicial	Cenário A	Potência de Injeção
30%	0,33 %	0,05%	600 kW
50%	17,29 %	0,46 %	800 kW
70%	90,99 %	6,60 %	1.600 kW
90%	95,00 %	20,99 %	3.000 kW

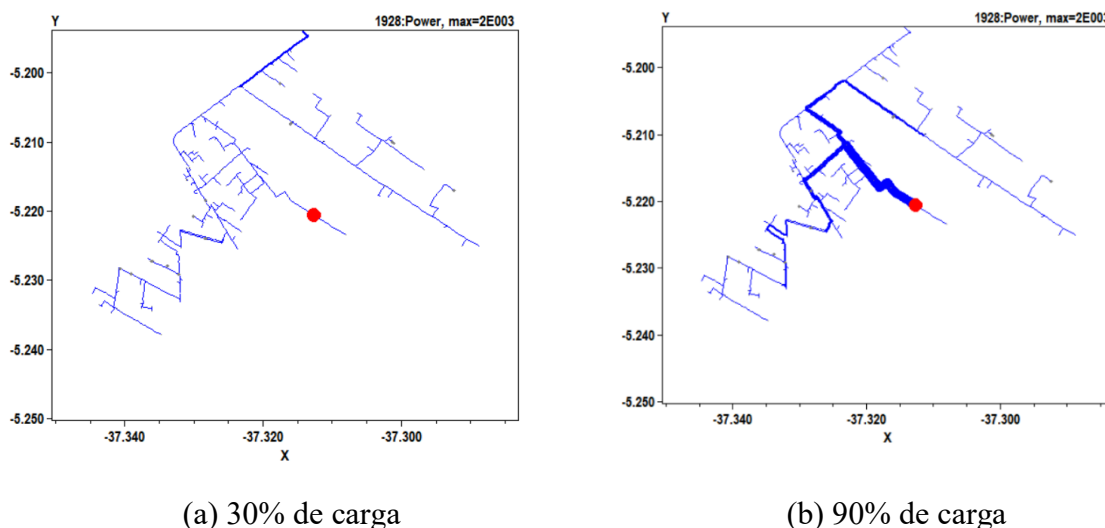
Fonte: Autoria Própria, 2025.

Ressaltando uma inversão na comparação com sistemas radiais tradicionais onde pelo posicionamento da GD os níveis de tensão mais elevados irão ocorrer no final do alimentador. Observa-se que para os carregamentos de 70% e 90% passa ter uma sobretensão ao invés de subtensão.

5.2 Cenário B

Nesta seção, encontra-se a discussão dos resultados obtidos no cenário B, onde a GD foi posicionada no barramento com menor tensão obtida para o carregamento a 30%. A barra onde a GD é posicionada está de acordo às condições pré-estabelecidas. Neste caso a barra está a cerca de 7,33 km do alimentador e é indicada na Figura 12. Importante comentar, que nos sistemas a radiais a tensão cai com o aumento da distância, entretanto devido ao nível de carregamento o nó com tensão mínima foi deslocado. A GD não foi posicionada ao final desse ramal, pois a linha que segue, após o ponto escolhido, possui trechos monofásicos e bifásicos.

Figura 12 – Localização da GD – Cenário B

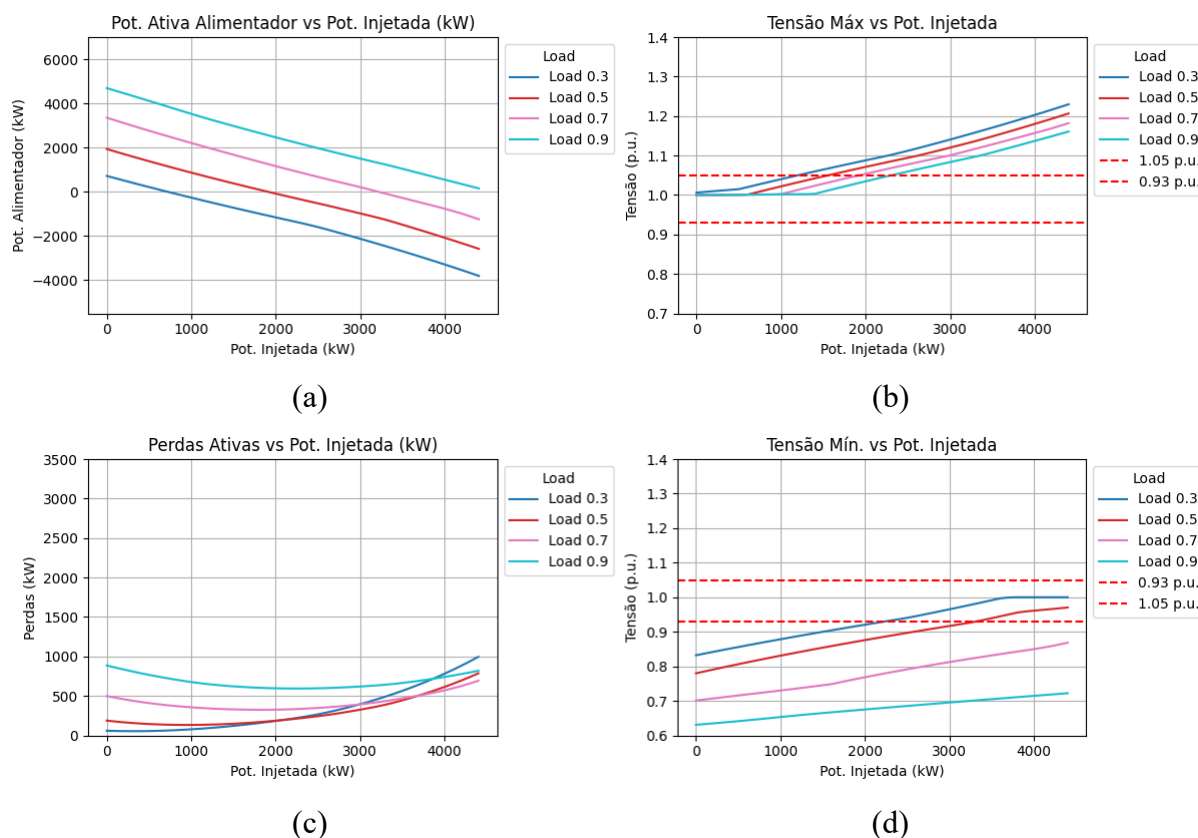


Fonte: Autoria Própria, 2025.

Da mesma forma da Cenário A, será realizado as simulações nesta seção variando o carregamento e o nível de penetração. Na Figura 13, no gráfico de Potência Ativa do Alimentador vs Potência Injetada (kW) avalia-se que com a mudança no posicionamento da GD houve mudanças nos resultados alterando o nível de penetração que gera fluxo reverso e diminuindo e os valores finais à 4.300 kW de injeção. Destacando que no cenário B, na curva de 90%, não ocorre inversão no fluxo.

Assim, indicando que simples mudança da localização da GD aumenta o nível de suporte da rede para a mesma potência.

Figura 13 – Resultados da cenário B



Fonte: Autoria Própria, 2025.

No gráfico de Perdas Ativas vs Potência Injetada (kW), Figura 9, revela-se características diferentes em relação ao cenário A. Mostrando que os níveis máximos de penetração não proporcionam um aumento tão significativo das perdas ativas. Com o carregamento em 30% continua apresentando o maior nível de perda ao fim da simulação, entretanto com valores absolutos menores. A redução na média é de 60%, 1.742,03 kW. A curva de 30% apresentou o maior valor em números absolutos 2.345,99 kW e a curva 50 com a maior redução das perdas com 71,3%

Também é possível observar que com o aumento do carregamento os níveis de perdas na potência máxima de injeção. Com relevância da curva de 90% apresentando o menor valor de perdas, indicando uma maior capacidade da rede em aceitar a injeção de potência. Assim, mesmo após a inversão de fluxo, a curva de perdas não tem aumento significativo. Na curva de 50% as perdas ativas têm um comportamento de crescimento com o aumento da penetração. O mesmo não ocorre para as curvas de 70% e 90% que tem seu nível mínimo entre 2.000 e 3.000 kW de injeção.

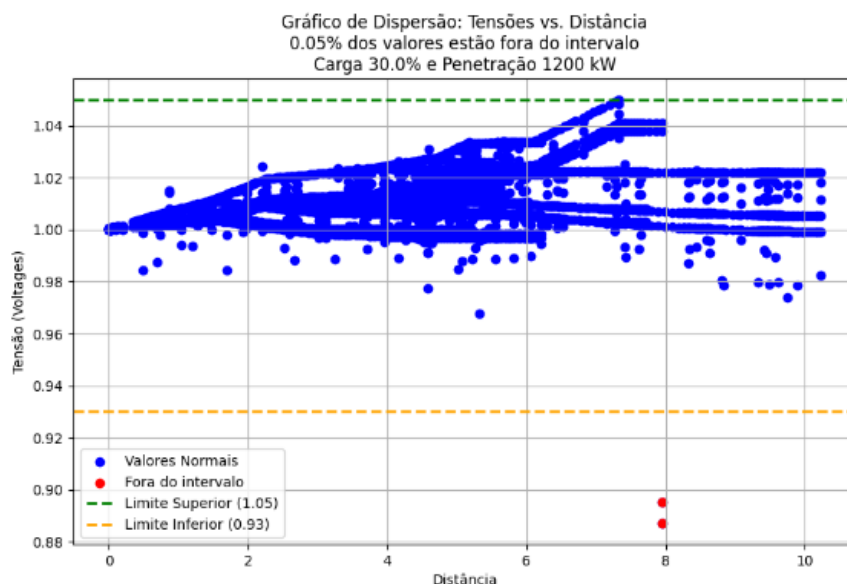
No gráfico (b) da Figura 13, observa-se um deslocamento para direita em relação ao cenário A, Figura 7, indicando que a GD posicionada na barra de menor tensão resulta em um

melhor suporte do alimentador a uma injeção com maior potência. Observa-se, ainda, com o resultado a diminuição da taxa de crescimento em todas as curvas. Para todos os níveis de carregamento a ultrapassagem do valor limite de tensão ocorre posterior ao nível de potência da cenário A.

Analisando na Figura 13, os valores de tensão mínima no circuito para as curvas de 30% e 50% entrando nos níveis dentro dos limites com altos níveis de penetração. Para as curvas de 70% e 90%, os valores mínimos de tensão não alcançam o limite esperado.

Para compreensão das tensões ao longo do carregamento, identifica-se os níveis de injeção onde tiveram maior número de nós dentro da faixa limite. A primeira percepção é que o posicionamento tem um efeito direto nos níveis de tensão ao longo do alimentador fazendo com que a rede de distribuição consiga suportar um nível maior de penetração com uma quantidade maior de nós dentro dos limites estabelecidos.

Figura 14 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário B

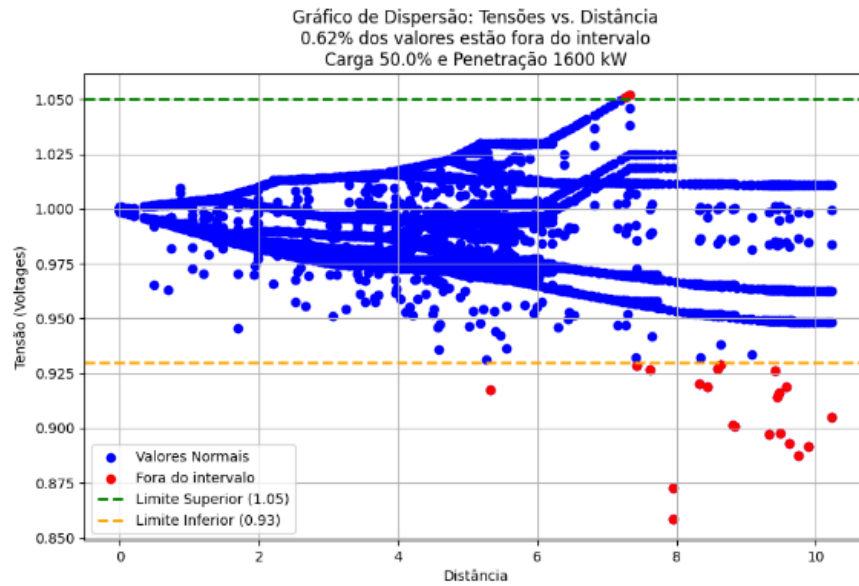


Fonte: Autoria Própria, 2025.

O comportamento descrito na Figura 14 indica resultado semelhante ao cenário A em relação a porcentagem dos nós dentro do limite intervalo regulatório, entretanto com injeção em 1.200 kW, ou seja, posterior a inversão de fluxo.

Aumentando a carga para 50%, Figura 15, os nós em sua maioria estão dentro do intervalo limite, 0,62% para injeção em 1.600 kW, um resultado melhor na comparação com o cenário A. Nesse ponto, também, são observados nós com sobretensão.

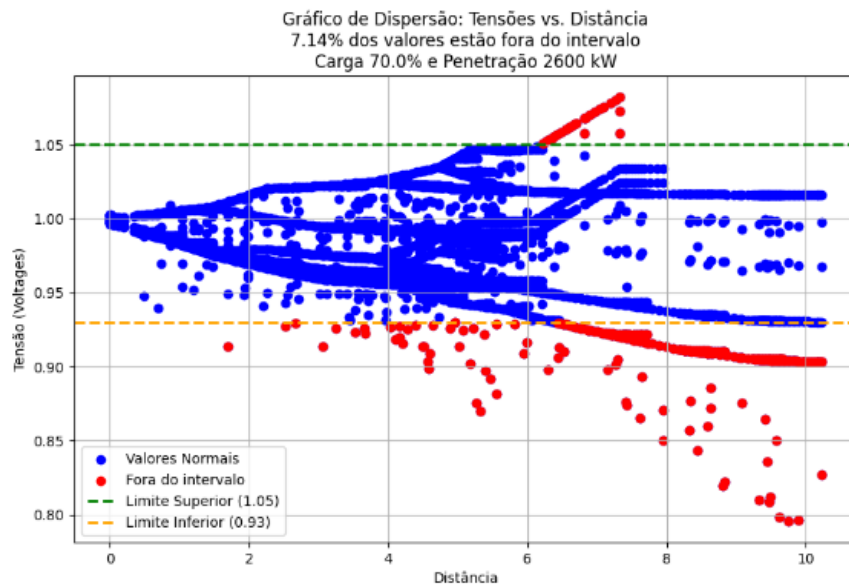
Figura 15 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário B



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Na Figura 16, apresenta-se, uma melhoria na tensão na região mediana do alimentador para as curvas 70%, com 7,74% dos nós fora do limite, para 2.600 kW na GD. Assim, mesmo com um aumento no número de nós fora do limite, há um aumento expressivo de injeção em comparação ao cenário A.

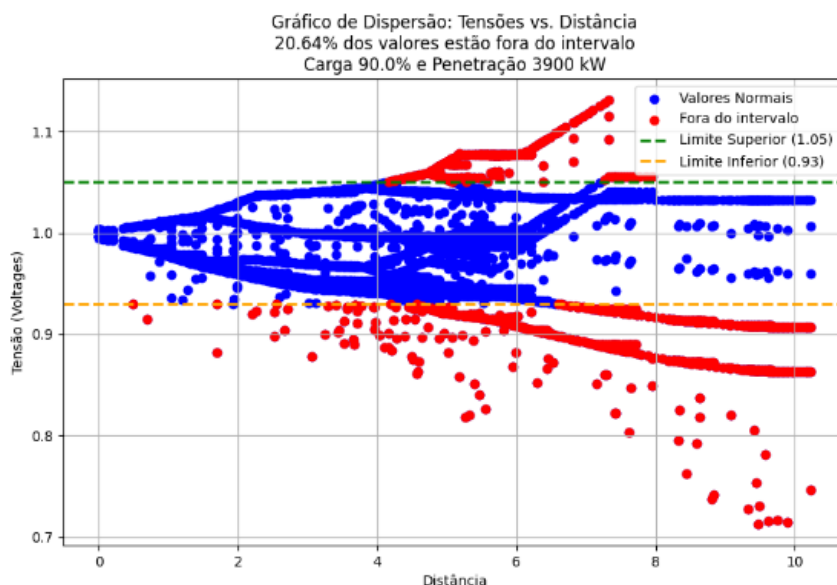
Figura 16 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário B



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Para carregamento em 90%, Figura 17, os 20,64% das tensões nos nós não estão dentro do limite proposto, para uma penetração em 3.900 kW. Com esse carregamento observa-se uma maior dispersão nos resultados. Mas, com uma concentração na região central do alimentador.

Figura 17 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário B



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Na Tabela 11, compara-se os valores iniciais sem GD com a os encontrados no cenário B para o mínimo de nós com tensão fora dos limites do PRODIST. Como no cenário A, o cenário mostra a possibilidade de encontrar na GD uma solução para melhoria do perfil de tensão no alimentador.

Tabela 11 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário B

Carga	Inicial	Cenário B	Potência de Injeção
30%	0,33%	0,05%	1.200 kW
50%	17,29%	0,62%	1.600 kW
70%	90,99%	7,14%	2.600 kW
90%	95,00%	20,64%	3.900 kW

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Dessa forma, é perceptível a necessidade de controle de injeção de energia na rede, ou de sistema armazenamento de energia que injetem nos horários de menor consumo para efeito de melhoria no regime da tensão.

E, assim, variando apenas a posição da GD com base na tensão mínima do circuito, obtém-se resultados que demonstram que o posicionamento da GD tem um reflexo importante

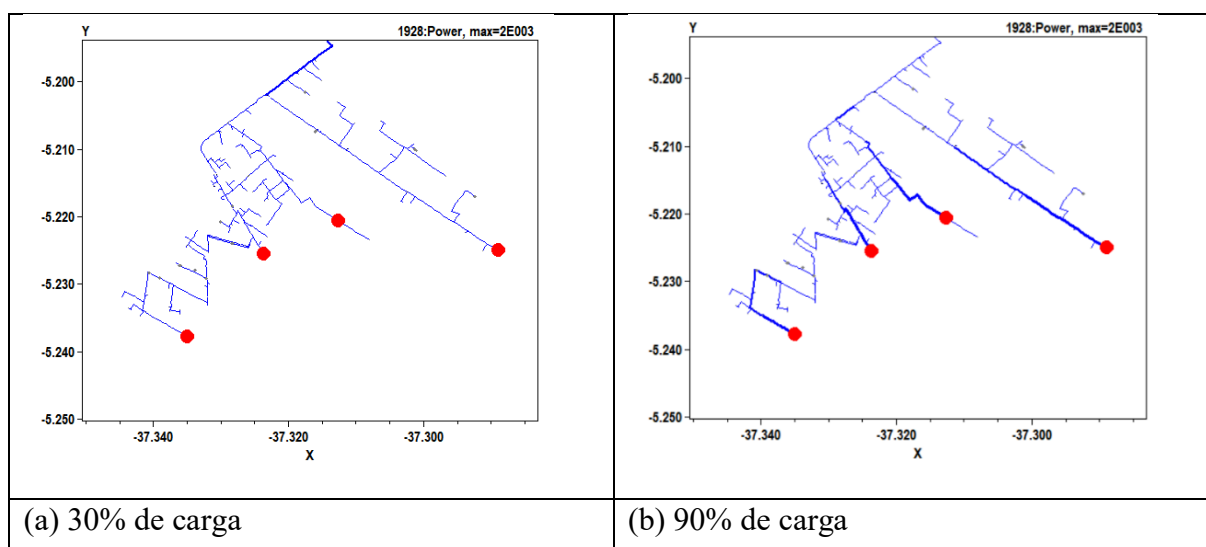
nos impactos causados pela sua presença em circuito de distribuição para a mesma quantidade de geração distribuída.

5.3 Cenário C

Nas próximas simulações, optou-se pelo aumento de pontos de conexão para 4. Nesta seção posicionou-se as GDs nos finais de trecho do circuito como disposto na Figura 18. O barramento que recebe a geração tem as características descritas no Capítulo 4. A escolha da localização foi realizada de forma aleatória considerando os finais dos principais ramais do circuito.

Semelhante às simulações anteriores, será realizado o fluxo de potência variando a carga do circuito em 30%, 50%, 70% e 90%, considerando a potência instalada e para cada uma delas a penetração varia de 0 a 4.400 kW, com incremento de 100 kW. Os resultados demonstram a influência da localização, potência da GD e nível de carga no alimentador 1928 da RDEE da COSERN – Neoenergia.

Figura 18 - Localização da GD – Cenário C



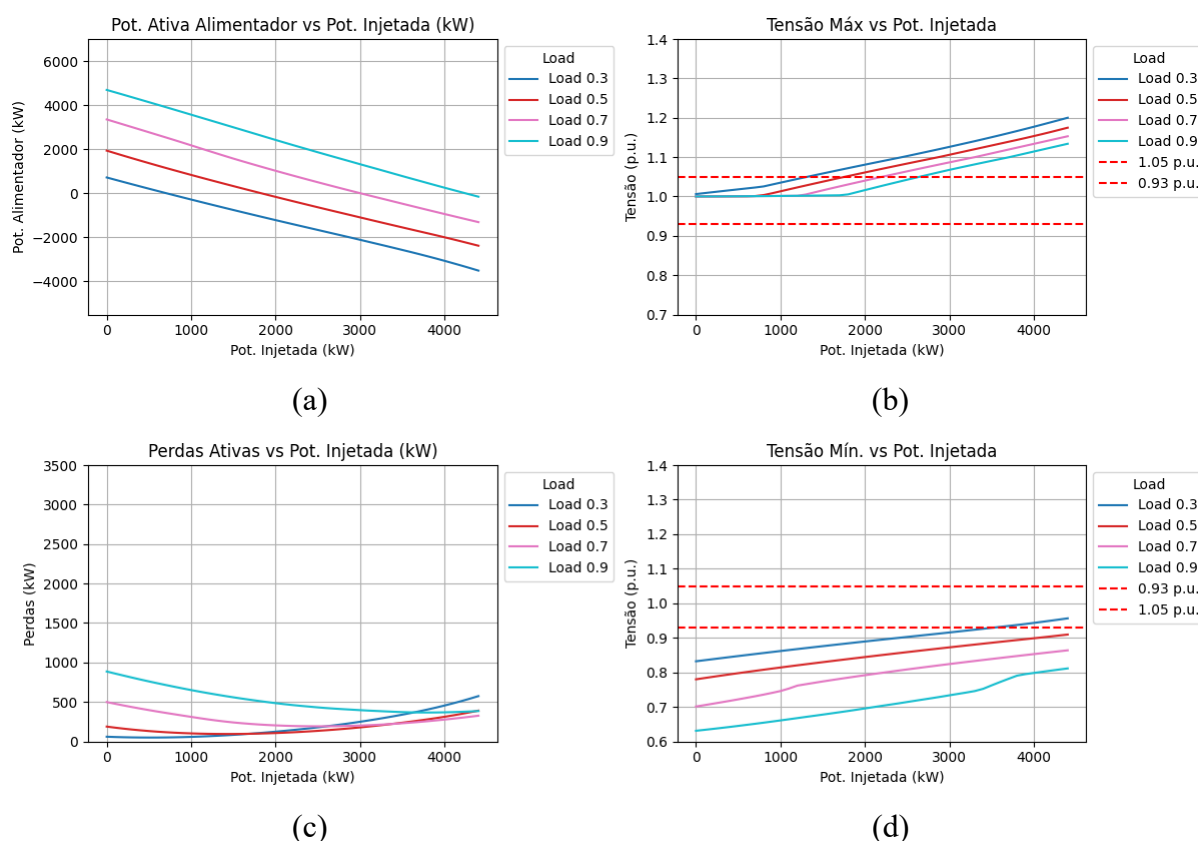
Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Figura 19 mostra os resultados obtidos através das simulações realizadas para os cenários da injeção nas barras escolhidas do Alimentador 1928. Analisando o gráfico Potência Ativa Alimentador vs Potência Injetada (kW), nota-se que apesar do aumento de pontos com GD em comparação no cenário B, houve uma estabilidade dos valores.

Para todos os carregamentos, a inversão de fluxo ocorre para o mesmo valor de penetração. A respeito da elevação das curvas, com 4.400 kW injetado, no cenário C e D, com os pontos de injeção divididos em quatro nós diferentes, têm os menores valores de fluxo

reverso. Um destaque para a curva de 90% que no cenário C em comparação com o B, gera fluxo reverso.

Figura 19 – Resultados da Cenário C



Fonte: Autoria Própria, 2025.

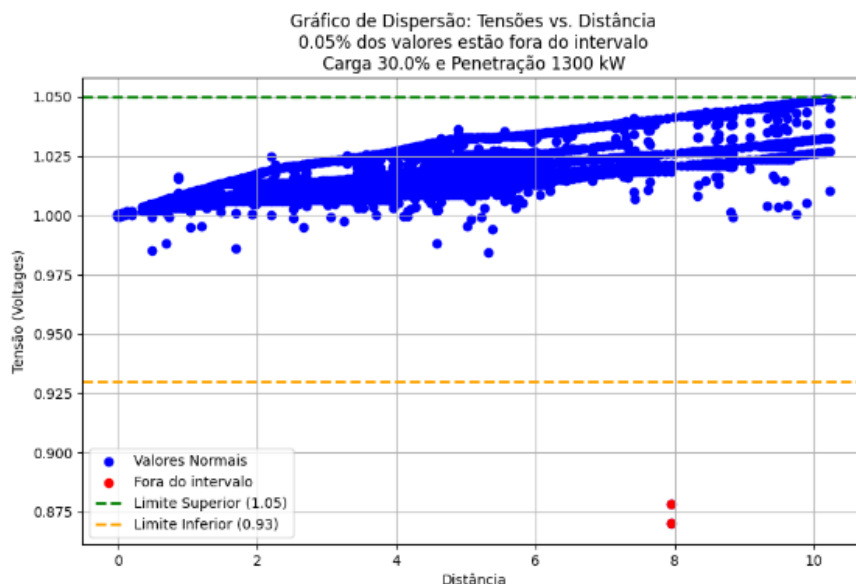
Para as perdas, Figura 19, evidencia-se que para todos os níveis de cargas, obteve-se a princípio uma diminuição das perdas. Nas curvas 30% e 50% as perdas máximas estão ao fim das simulações com valores maiores que as perdas das curvas de 70% e 80%. Já essas curvas, 70% e 90%, mantiveram as perdas em decrescimento até a penetração de 4.400kW, com valores abaixo de 500 kW. Mostrando a influência da quantidade e posicionamento dos GD para o parâmetro.

Na avaliação da máxima tensão mostrada na Figura 19, têm-se um deslocamento para a direita em relação às simulações A e B, indicando que a ultrapassagem dos limites máximos de tensão acontece para um nível de penetração mais elevado. Há, ainda, uma diminuição do valor máximo de tensão em todas as curvas com penetração de 4.300 kW.

Em Tensão Mínima vs Potência Injetada na Figura 19, apresenta um comportamento onde apenas a curva 30% conseguem alcançar valores dentro do limite mínimo, mas com elevado nível de penetração. As demais curvas mantêm a tensão mínima no circuito em nível crítico.

Como realizado na seção anterior será apresentado o comportamento das tensões ao longo do alimentador. Figura 20, observa-se que o valor de penetração com o mínimo de nós fora do intervalo, 0,05%, se dá com 1.300 kW. As tensões se apresentam com um crescimento linear elevando seu valor ao longo do alimentador, com os nós mais distantes apresentado os maiores valores de tensão em p.u..

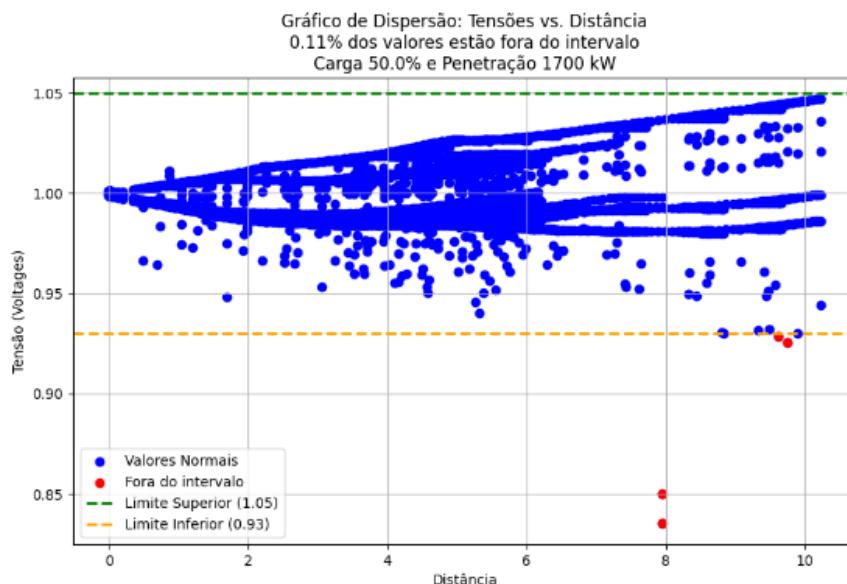
Figura 20 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário C



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Figura 21 mostra que a quantidade mínima de nós, 0,11%, com tensão fora do limite com carga em 50% é encontrada com a penetração em 1.300 kW, com nível de penetração abaixo do cenário B, mas com número maior de nós dentro dos limites.

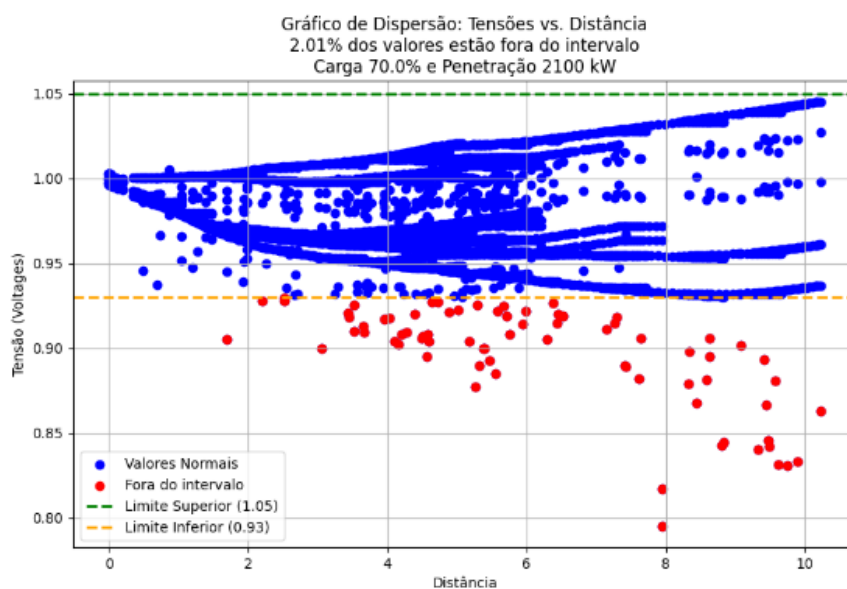
Figura 21 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário C



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Para carga em 70%, Figura 22, atinge um nível de 2,01% dos nós fora dos limites estabelecidos, com 2.100 kW de penetração. Apesar da redução da potência injetada em comparação com o Cenário B, as tensões fora dos limites foram mínimas e dispersão dos valores está em menor nível.

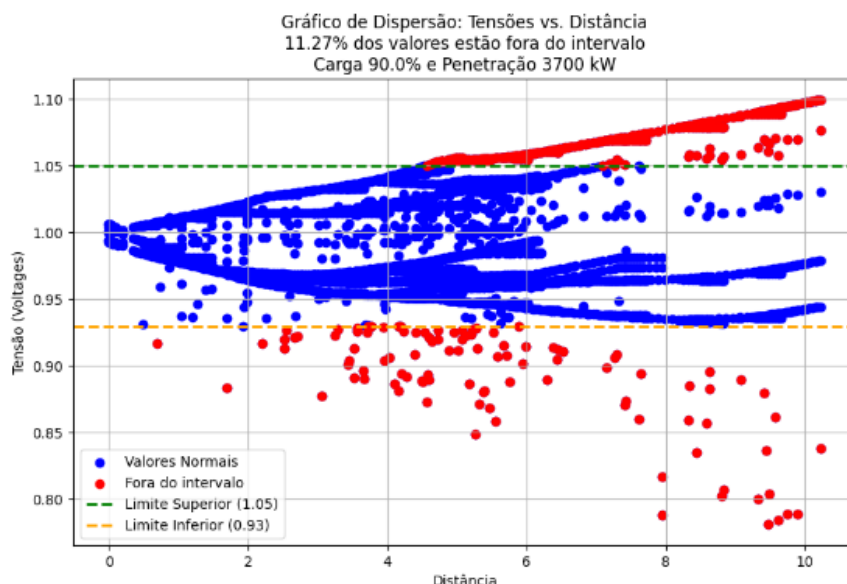
Figura 22 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (70% de carga) – Cenário C



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Por fim, carregamento à 90%, Figura 23, foram necessários 3.700 kW de injeção para alcançar o mínimo de 11,27 % de tensões fora do limite, com sua maior parte apresentando sobretensões. Assim, mesmo a diminuição dos níveis de penetração em comparação com o cenário B, para alcançar o máximo de nós dentro dos limites, a quantidade de nós dentro dos limites é maior na comparação

Figura 23 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (90% de carga) – Cenário C



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Na Tabela 12, mostra um resumo dos resultados obtidos durante o cenário C com os mínimos valores de tensões no circuito, observa-se as maiores cargas atingindo valores mínimos de nós.

Tabela 12 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário C

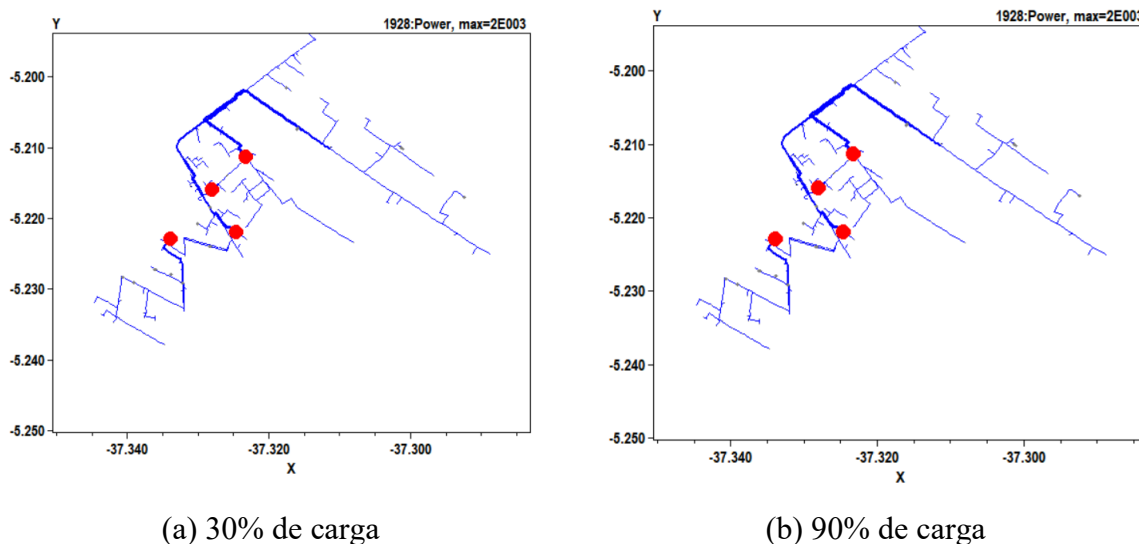
Carga	Inicial	Cenário C	Potência de Injeção
30%	0,33%	0,05%	1.300 kW
50%	17,29%	0,11%	1.700 kW
70%	90,99%	2,01%	2.100 kW
90%	95,00%	11,27%	3.700 kW

Fonte: Autoria Própria, 2025.

5.4 Cenário D

Nesta seção são apresentados os dados obtidos no cenário D, a fim de identificar para o mesmo número de GDs, posicionados ao fim dos ramais, os efeitos da penetração inserida em barramentos localizados no centro do circuito. A distância média para a origem do alimentador é de 4,9 km, a Figura 24 mostra a localização.

Figura 24 – Localização da GD – Cenário D



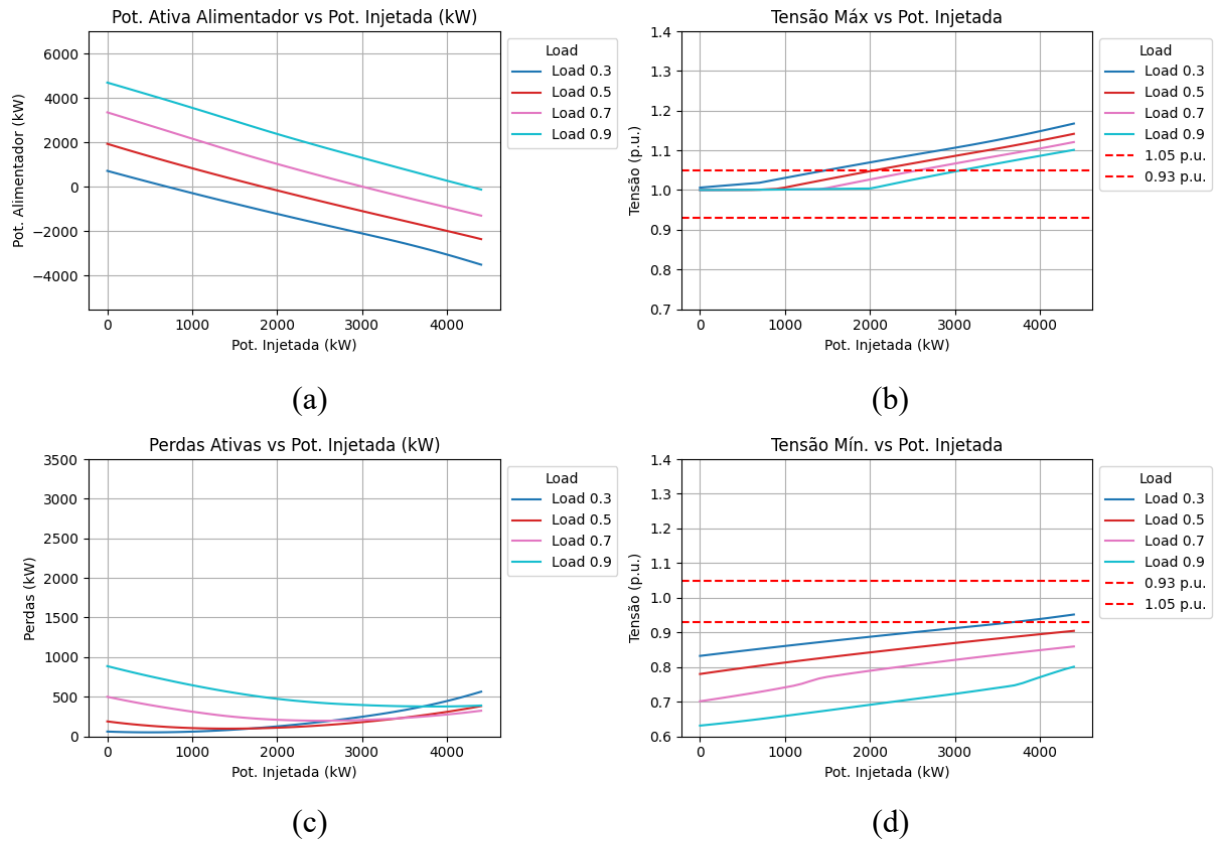
Fonte: Autoria Própria, 2025.

De forma semelhante às simulações anteriores, varia-se o carregamento do circuito e a potência de penetração nos barramentos adotados. Nos resultados do Cenário D, apresentados na Figura 25, verificam-se semelhanças em comparação ao cenário C para a potência no alimentador, perdas ativas e tensão mínima. Revelando que ao realizar a injeção, na média tensão, com o mesmo número de GD, neste alimentador 1928, o posicionamento no final do ramo, ou centro do circuito tem mesmos resultados próximo para a maioria dos parâmetros estudados.

A diferença se revela na tensão máxima na rede. Na Figura 25, há uma diminuição dos valores máximos alcançados, onde há máxima na curva 30%, 1,167 pu, e a mínima, na curva de 90%, 1,101 pu, apesar de estarem fora do limite é o valor mais próximo entre os cenários. De maneira geral, há um deslocamento da curva para direita, indicando que os valores de tensão começam a aumentar a partir de valores de injeção com potência maior em todas as curvas. Observando que quanto maior o carregamento necessita-se de uma maior injeção antes do aumento da inclinação da curva e ultrapassagem do limite.

Para os valores tensão mínima, mostrado na Figura 25, ocorre uma leve diminuição dos valores encontrados ao fim das simulações, entretanto apresenta um comportamento semelhante aos demais cenários.

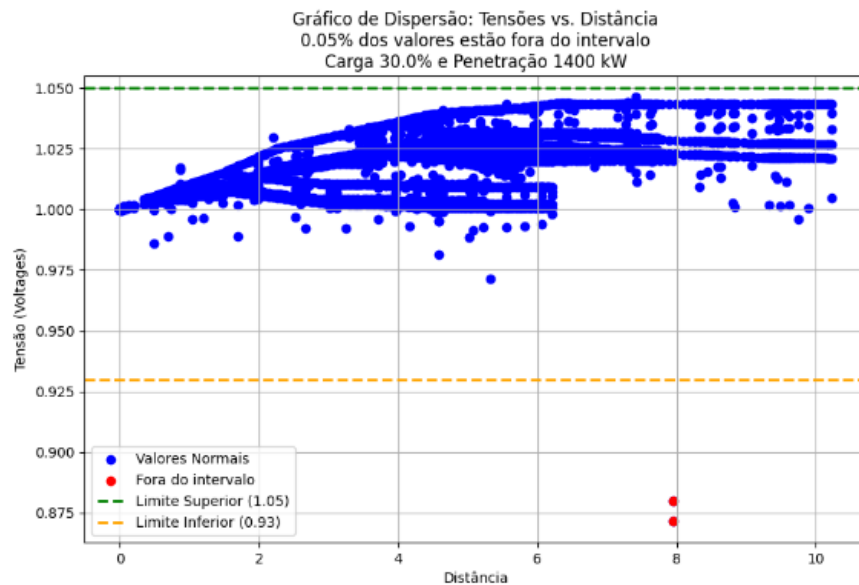
Figura 25 – Resultados do cenário D



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A seguir apresenta-se os valores de tensão ao longo do alimentador, ressaltando o comportamento geral das tensões nos nós do circuito. Como resultado, Figura 26, para carregamento de 30%, foi possível injetar 1.400kW obtendo um 0,05% dos nós fora da faixa limite.

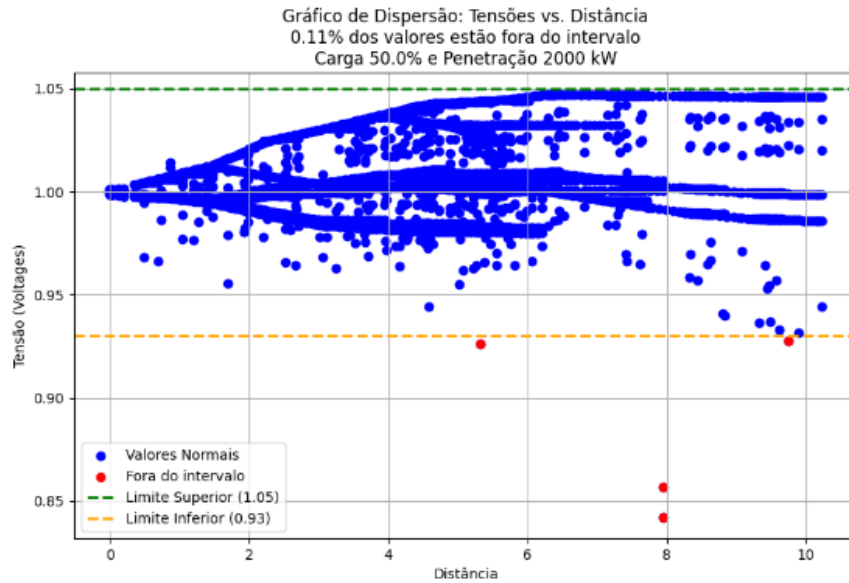
Figura 26 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (30% de carga) – Cenário D



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com 50% de carga, Figura 27, obteve-se 0,11 % dos valores fora da faixa limite com 2.000 kW.

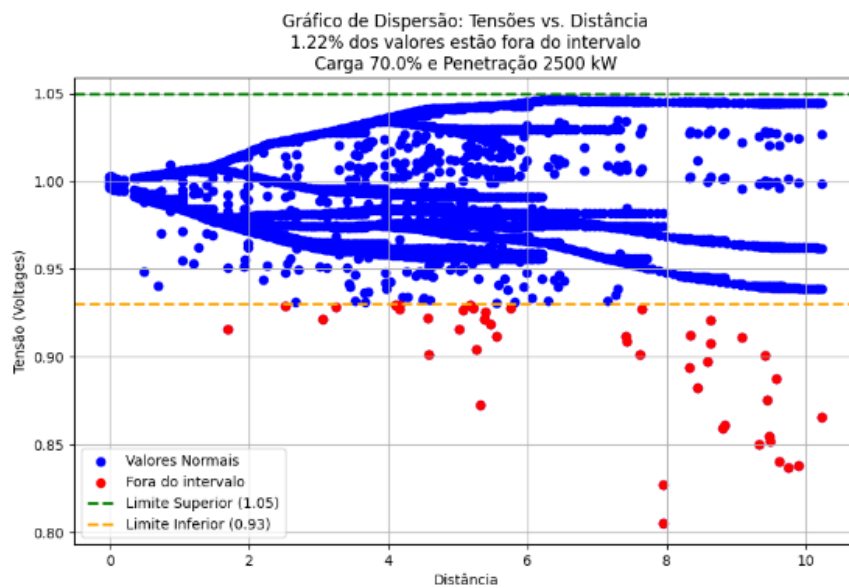
Figura 27 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário D



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Injetando 2.500 kW, Figura 28 ,com o carregamento em 70%, 1,22% das nós a tensão permaneceu fora dos limites.

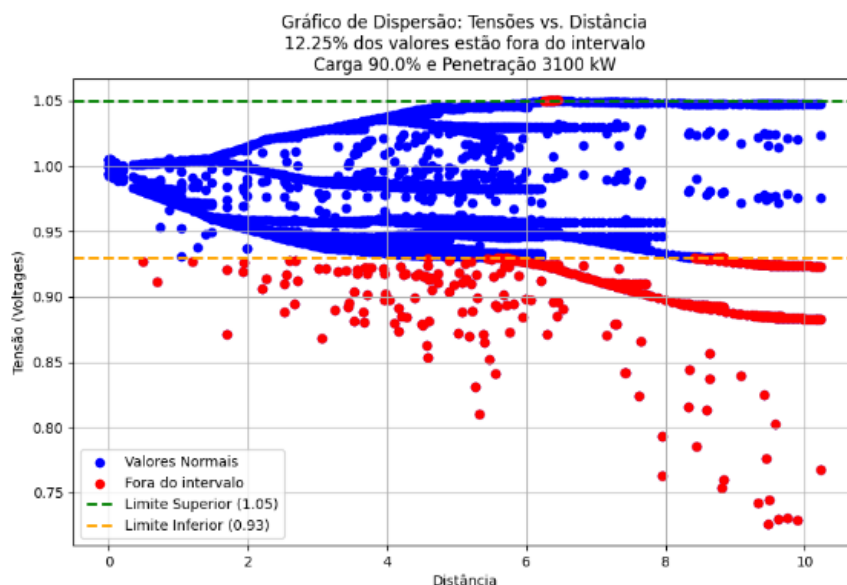
Figura 28 – Perfil de tensão ao longo do alimentador (50% de carga) – Cenário D



Fonte: Autoria Própria, 2025.

E para 90% de carga, Figura 29, o melhor resultado foi obtido com 3.100kW, com 12,25% dos nós fora do limite indicado. Assim, abre-se uma possibilidade de o circuito aceitar mais potência de penetração com fim o melhorar os níveis de tensão no alimentador.

Figura 29 - Perfil de tensão ao longo do alimentador (90% de carga) – Cenário D



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Na Tabela 13, mostra um resumo dos resultados obtidos durante o cenário D com os mínimos valores de tensões no circuito. Identifica-se uma capacidade de maior absorção de penetração mantendo os níveis de tensão dentro do limite, com exceção da carga em 90%.

Tabela 13 – Comparação do nós com tensão fora dos limites – Cenário D

Carga	Inicial	Cenário D	Potência de Injeção
30%	0,33%	0,05%	1.400 kW
50%	17,29%	0,11%	2.000 kW
70%	90,99%	1,22%	2.500 kW
90%	95,00%	12,25%	3.100 kW

Fonte: Autoria Própria, 2025

Nota-se, que a inserção de GDs próximo ao meio do circuito apresenta um ótimo resultado para melhoria de tensão, havendo também a necessidade de controle da energia injetada, pois os valores de tensão obtidos com a injeção não são lineares, e depende da dinâmica do alimentador, da potência injetada e do carregamento no momento.

5.5 Conclusões parciais

Nesta seção será realizada uma análise dos resultados obtidos nos quatros cenários comparando a Potência no alimentador, as Perdas Ativas e Tensões Máximas e Mínima para cada nível de carregamento do Alimentador 1984, afim de estabelecer as primeiras conclusões. Serão apresentados os valores nos pontos críticos dos gráficos, considerando o nível de penetração (potência de injeção / carga no alimentador) em que esses valores ocorrem.

5.5.1 Potência no Alimentador

Em todos os cenários, conforme a injeção de energia pela GD cresce, a potência no alimentador diminui. Dentro de um limite, supre a demanda no alimentador. Entretanto, existe um ponto crítico onde o fluxo de potência inverte, assumindo valores negativos, ou seja, a GD começa a exportar energia para a subestação ao invés de atender às cargas locais. A partir desse ponto os valores de potência recebem o sinal de negativo para indicando que o alimentador é com inversão de fluxo, passando a consumir potência do sistema.

Os pontos de inversão de fluxo variam conforme carregamento da RDEE, assim, para cargas menores (30% e 50%), a inversão acontece com menores valores de penetração em comparação com os carregamentos em 70% e 90%. Para as mesmas cargas, Tabela 14, comparando entre as simulações percebe-se que com o aumento do carregamento os cenários A e B obtiveram um melhor resultado absorvendo mais potência até o ponto crítico, com destaque para o cenário B que oferece a melhor capacidade de receber injeção de energia não ocasionando fluxo reservo para 90% de carga.

Tabela 14 – Potência no alimentador e nível de penetração

Cenários	30%	50%	70%	90%
A	800 (111,27%)	2.000 (103,03%)	3.000 (89,52%)	3.900 (83,16%)
B	800 (111,27%)	2.000 (103,03%)	3.300 (98,47%)	Não ocorre
C	800 (111,27%)	1.900 (98,14%)	3.100 (92,51%)	4.300 (91,69%)
D	800 (111,27%)	1.900 (98,14%)	3.100 (92,51%)	4.300 (91,69%)

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Tabela 14, apresenta os valores de potência injetada, em kW, e os respectivos níveis de penetração para cada cenário e nível de carregamento. Observa-se que, para o carregamento de 30%, todos os cenários apresentam o mesmo ponto de inversão de fluxo: 800 kW, correspondendo a uma penetração de 111,27%. No carregamento de 50%, os cenários A e B alcançam esse ponto com 2.000 kW (acima de 100% de penetração), enquanto os cenários C e

D registram esse limiar com 1.900 kW, indicando uma leve antecipação da inversão. Em 70% de carga, a inversão ocorre em potências maiores, com destaque para o cenário B, que atinge 3.300 kW (98,47%) antes da inversão, enquanto os demais variam entre 3.000 kW e 3.100 kW. Já em 90% de carregamento, apenas os cenários A, C e D apresentam inversão de fluxo, sendo que os cenários C e D atingem o maior valor de potência injetada (4.300 kW), o que indica maior capacidade de absorção de GD. O cenário B, por sua vez, não apresenta inversão para esse nível de carga, sugerindo uma configuração mais restritiva para penetração em regime de alto carregamento.

Considerando o desvio padrão das curvas obtidas de potência no alimentador, Tabela 15, nota-se que para cada cenário tem um comportamento semelhante, independente da carga utilizada. Destaque para o cenário A que apresenta as maiores dispersões, ou seja, uma maior volatilidade na variação da potência. Nos cenários B, C e D, apresentam uma menor dispersão de potência, a potência reduz de maneira mais controlada, indicando que o posicionamento do cenário A gera oscilações mais significativas, mostrando uma dependência, para esse parâmetro, da localização do que da quantidade de GDs.

Tabela 15 – Desvio Padrão

Cenários	30%	50%	70%	90%
A	1.725,97	1.679,55	1.671,46	1.628.96
B	1.307,34	1.290.76	1.332,70	1.336.74
C	1.228,16	1.268.66	1.395,66	1.457.20
D	1.221,83	1.263.98	1.388,70	1.449.02

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Tabela 16 mostra os valores de potência no alimentador para 4.400 kW de injeção. Com aumento da penetração o cenário A apresenta os maiores valores de inversão de fluxo, ou seja, menor capacidade de absorção da GD. O cenário B, foi o único que não apresentou inversão de fluxo, mantendo valores positivos de potência para o valor máximo de injeção. Nos cenários C e D, apesar de apresentar fluxo reverso, o valor da potência é mínimo.

Tabela 16 – Potência no alimentador em kW com o máximo de injeção

Cenários	30%	50%	70%	90%
A	-5.167,16	-3.881,74	-2.555,53	-1.021,42
B	-3.801,74	-2.578,14	-1.239,56	155,37
C	-3.506,44	-2.377,59	-1.307,38	-153,13
D	-3.499,90	-2.351,47	-1.294,21	-121,86

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com o parâmetro Potência no Alimentador em foco, observa-se que para as simulações C e D, com os 4 GDs no centro e no final dos trechos não há uma grande mudança nos resultados obtidos. Do ponto de vista do operador, os cenários B, C e D não têm grande relevância na diferença da quantidade e da posição, com destaque para o cenário B que não apresentou fluxo reverso à 90% de carga, e uma maior capacidade de absorver GD.

Já nas simulações com 1 GD, cenário A e B, posicioná-las na barra com menor tensão tem resultados com melhor nível de penetração e menor potência inversa no alimentador principalmente quando aumenta o carregamento da rede

Dessa forma, a penetração excessiva da GD pode inverter o fluxo de potência, o que pode exigir mecanismos de controle e estratégias de mitigação, como regulação de tensão. A relação entre carga e penetração da GD é fundamental no planejamento da rede, pois a sensibilidade do sistema à injeção de energia varia conforme a demanda. Os cenários C e D, sugerem que a estratégia de distribuição descentralizada pode ser mais vantajosa do que a concentração em um único ponto, pois apresentam menor volatilidade nos valores.

5.5.2 Perdas Ativas

Do ponto de vista das perdas ativas no circuito Tabela 17 a Tabela 20, mostram a comparação para os níveis de carga aplicados nas simulações. Inicialmente, a Tabela 17 demonstra que há um efeito inicial de diminuição das perdas ativas. Com 30% de carga o alimentador apresenta suas menores perdas e sua maior sensibilidade a penetração da geração distribuída. Pode-se observar, ainda, que os cenários C e D apresentam o mesmo resultado, não havendo diferenças significativas na mudança da localização das GDs.

Tabela 17 – Perdas ativas – 30% de Carga (718,94 kW)

Cenários	Perdas	Mínima	Penetração		Máxima	Penetração	
	ativas iniciais [kW] (%)	Perda ativa [kW] (%)	Mínima Ativa [kW] (%)	Perda [kW] (%)	Perda [kW] (%)	ativa Máxima Ativa [kW]	Perda
A	59,57 (8,29%)	53,86 (7,49%)	200 (27,82%)		3.103,25 (431,64%)	4.400	
B	59,57 (8,29%)	54,06 (7,52%)	300 (41,73%)		939,11 (130,62%)	4.400	
C	59,57 (8,29%)	49,10 (6,83%)	500 (69,55%)		541,94 (75,38%)	4.400	
D	59,57 (8,29%)	49,86 (6,93%)	500 (69,55%)		531,99 (74,00%)	4.400	

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com o aumento da carga para 50%, Tabela **18**, junto com aumento das perdas tem-se também a diminuição dos níveis das perdas mínimas e um aumento do nível de penetração onde elas ocorrem, ou seja, a rede aumenta sua capacidade de suportar injeção de energia maiores. Também ocorre uma diminuição dos níveis máximos de perdas à 4.400 kW, em todos os cenários o máximo das perdas ocorrem a 4.400 kW de injeção com valores absolutos menores em comparação ao carregamento do cenário A, indicando um melhor resultado para posicionamento da GD no barramento com menor tensão.

Outra diferença entre os cenários A e B é o ponto onde ocorre a minimização de perdas, onde no caso do cenário B o nível de penetração é maior com 1.000 kW em comparação com o cenário A com 700 kW. Nos cenários C e D, a Tabela **18** mostra um comportamento semelhante com uma leve diferença na máxima perda.

Tabela 18 – Perdas ativas – 50% de Carga (1.936,04 kW)

Cenário	Perdas ativas iniciais [kW] (%)	Mínima Perda ativa [kW] (%)	Penetração Mínima Perda Ativa [kW] (%)	Máxima Perda ativa [kW] (%)	Penetração Máxima Perda Ativa [kW]
A	187,98 (9,71%)	127,70 (6,60%)	700 (36,16%)	2.533,44 (130,86%)	4400
B	187,98 (9,71%)	133,04 (6,87%)	1.000 (51,65%)	740,49 (38,25%)	4400
C	187,98 (9,71%)	94,42 (4,88%)	1.400 (72,31%)	369,04 (19,06%)	4400
D	187,98 (9,71%)	96,51 (4,98%)	1.400 (72,31%)	361,72 (18,68%)	4400

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Para 70%, ou seja, plena carga conforme mostrado no Capítulo 4, seção 4.3, a Tabela 19 mostra que o aumento das perdas segue o aumento do carregamento e que a mínima das perdas é alcançada com maiores níveis de penetração. Nas simulações com 1 GD a diferença de localização demonstra que é possível aumentar o nível de penetração, apesar da menor perda se encontrar no cenário A com 8,65% ela acontece para 1.300 kW de penetração, no cenário B, o mínimo de 9,69% ocorre quando se injeta 1.800 kW. Em contrapartida, no cenário B tem-se 19,66% ao final das simulações em contraste com cenário A que apresenta 62,63% de perdas. Ao passo que o valor mínimo obtido nos cenários C e D são menores que o valor inicial das perdas.

Comparando os cenários C e D, Tabela 19, observa-se não haver diferenças significativas dada localização da GD. Os dois cenários têm o maior nível de perdas, 14,88%, com 0% de penetração e conseguem diminuir abaixo de 6% para 74,60% de penetração, ou seja, 2.500 kW.

Tabela 19 – Perdas ativas – 70% de Carga (3.351,11 kW)

Cenários	Perdas ativas	Mínima	Penetração		Máxima	Penetração	
	iniciais [kW] (%)	Perda ativa [kW] (%)	Mínima Ativa [kW] (%)	Perda	Perda ativa [kW] (%)	Máxima	Perda
A	498,54 (14,88%)	289,98 (8,65%)	1.300 (38,79%)		2.098,65 (62,63%)	4400	
B	498,54 (14,88%)	324,57 (9,69%)	1.800 (53,71%)		658,89 (19,66%)	4400	
C	498,54 (14,88%)	191,64 (5,72%)	2.500 (74,60%)		498,54 (14,88%)	0	
D	498,54 (14,88%)	196,62 (5,87%)	2.500 (74,60%)		498,54 (14,88%)	0	

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Finalizando essa seção das perdas ativas, a Tabela 20, apresenta os resultados para o nível máximo de carregamento. Em todas as simulações foi observado uma diminuição nos níveis de perdas em comparação com as perdas iniciais, apesar de outros carregamentos terem um resultado melhor na perda mínima, a inserção da GD melhora esse parâmetro até os níveis dispostos. Uma atenção para as simulações B, C e D que tem seu nível de perda máximo no sem a injeção de energia. Em comparação com os outros níveis de carga, consegue-se aumentar a injeção de energia para atingir o mínimo de perdas. Para o cenário A, ocorre a menor capacidade do circuito em suportar a inserção de GD.

Dessa forma observa-se uma efetiva influência da geração distribuída nos níveis de perdas no alimentador que ocorrem até um certo limite do nível de penetração e que limite é esse. Para esse alimentador os níveis de perdas acompanham o aumento do carregamento do circuito e o nível de suporte à geração distribuída.

Tabela 20 – Perdas ativas – 90% de Carga (4.689,73 kW)

Cenário	Perdas ativas iniciais [kW] (%)	Mínima Perda ativa [kW] (%)	Penetração Mínima Ativa (%)	Perda [kW]	Máxima Perda ativa [kW] (%)	Penetração Máxima Perda Ativa [kW]
A	885,64 (18,88%)	599,67 (12,79%)	2.000 (42,65%)		1.908,27 (40,69%)	4.400
B	885,64 (18,88%)	594,01 (12,67%)	2.200 (46,91%)		885,64 (18,88%)	0
C	885,64 (18,88%)	366,21 (7,81%)	3.800 (81,03%)		885,64 (18,88%)	0
D	885,64 (18,88%)	375,95 (8,02%)	3.900 (83,16%)		885,64 (18,88%)	0

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Dito isto, a GD revela-se com fundamental importância para o planejamento e operação da RDEE, sendo possível utilizá-la para a minimização das perdas ativas na rede. Entretanto, é evidente a necessidade de controle de injeção pois para cada carregamento apresenta-se valores diferentes dos pontos ótimos de injeção.

5.5.3 Tensão Máxima e Mínima

Esta seção fará a discussão dos resultados das tensões máximas e mínimas no alimentador 1928 fazendo a comparação entre as simulações para os mesmos níveis de carregamento. Inicialmente o circuito tem a tensão máxima 1 pu na origem do alimentador, com uma diferença para 30% que apresenta 1,006 pu.

Dos gráficos de Tensão Máx. vs Potência Injetada nas seções anteriores dois pontos são importantes, 1º) o nível de penetração onde a curva de tensão inicia o crescimento; 2º) os pontos onde as curvas ultrapassam os limites adotados, máximo, 1,05 pu, e mínimo 0,93 pu. São avaliadas as tensões em todos os nós do alimentador.

Nas Tabelas de Tabela 21 a Tabela 24, as informações são inseridas nas colunas conforme descrição a seguir:

- A. Tensão inicial (Mín. Tensão) é a menor tensão, em pu, de todo o alimentador para a carga definida com 0 kW de injeção;

- B. Limite de subtensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração), mostra a potência de injeção, em kW, e o nível de penetração, em %, onde a menor tensão do circuito ultrapassa o valor de subtensão, 0,93 pu, ou seja, a mínima tensão fica dentro dos limites definido.
- C. Limite de sobretensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração), revela a potência de injeção, em kW, e o nível de penetração, em %, onde a menor tensão do circuito ultrapassa o valor de sobretensão, 1,05 pu, ou seja, a mínima tensão está com sobretensão;
- D. Ponto de inclinação (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração), identifica o nível de penetração, em kW e %, em que a curva apresenta uma inclinação ascendente.
- E. Limite de sobretensão (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração), apresenta a potência de injeção, em kW, e o nível de penetração, em %, onde a maior tensão do circuito ultrapassa o valor de sobretensão, 1,05 pu, ou seja, a máxima tensão fica no regime de sobretensão;
- F. Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Mín. Tensão), revela a mínima tensão da rede com o maior nível de penetração;
- G. Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Máx. Tensão), revela a máxima tensão da rede com o maior nível de penetração;
- H. Inclinação da curva (°) (Mín. Tensão), mostra o crescimento da curva das tensões mínimas
- I. Inclinação da curva (°) (Máx. Tensão), mostra o crescimento da curva das tensões máximas a partir de seu ponto de inclinação (coluna D)

Com as cargas estipuladas em 30%, Tabela 21, temos a mínima tensão inicial em 0,832 pu. Na coluna B, em todas as simulações só foi possível não encontrar subtensão para altos níveis de penetração. Para sobretensões com as mínimas tensões no circuito não houve ultrapassagem. Nas máximas tensões, observa-se que mesmo mantendo a carga baixa, nas Simulações A e B, obteve-se um nível de penetração maior posicionando a GD na barra de mínima tensão, com 600 kW (83,46%), os resultados dos cenários C e D são semelhantes nesse aspecto.

Ainda para as tensões máximas, o ponto de ultrapassagem do limite de sobretensão apresenta valores diferentes para cada cenário. O cenário A ultrapassa o limite com uma potência de penetração maior que no Cenário B, 2.400 kW (333,82%) e 2.100 kW (292,10%), respectivamente. As simulações C e D, tem o resultado com uma pequena variação, a C com

2.600 e a B com 2.500, indicando o centro do circuito como melhor posicionamento em vista a inserir mais potência no circuito.

Tabela 21 – Tensões Máximas – 30% de Carga (718,94 kW)

Cen.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0,832	3.200 (445,10%)	-	300 (41,73%)	2.400 (333,82%)	0,994	1,589	2,1	8,1
B	0,832	2.300 (319,91%)	-	600 (83,46%)	2.100 (292,10%)	1,000	1,230	2,4	3,2
C	0,832	3.600 (500,73%)	-	800 (111,27%)	2.600 (361,64%)	0,956	1,200	1,6	2,8
D	0,832	3.800 (528,55%)	-	800 (111,27%)	2.500 (347,73%)	0,951	1,167	1,5	2,3

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A – Tensão inicial (Mín. Tensão)

B – Limite de subtensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração)

C – Limite de sobretensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração)

D – Ponto de inclinação (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração)

E – Limite de sobretensão (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração)

F – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Mín. Tensão)

G – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Máx. Tensão)

H – Inclinação da curva (°) (Mín. Tensão)

I – Inclinação da curva (°) (Máx. Tensão)

Analisando a máximas e mínimas tensão, colunas F e G, observa-se uma discrepância maior para o cenário A, os cenários B, C e D apresentam um intervalo menor entre a máxima e mínima um média de 0,23 pu. Com o cenário D tendo o valor mais próximo ao limite.

Nas inclinações, colunas H e I, mostra que as tensões mínimas crescem com menor inclinação que as tensão máximas. Destacando que para as tensões máximas há uma diminuição da inclinação na ordem dos cenários A, B, C e D, com a D apresentando o menor crescimento da tensão

Com o aumento da carga para 50%, Tabela 22, de forma geral há um aumento da potência nominal injetada, mas uma diminuição do nível de penetração, tanto para o ponto de inclinação como para o ponto de ultrapassagem do limite de sobretensão. Com vistas a destacar que a penetração aumenta na ordem Cenários A, B, C e D. Com o cenário D apresentando maiores níveis de penetração e de potência nominal, menor nível de tensão máxima com 4.400

kW de injeção, e menor ângulo de curva. Ou seja, à média carga, 50%, a localização dos GDs no centro apresenta resultados mais satisfatórios.

Tabela 22 – Tensões Máxima – 50% de Carga (1.936,04 kW)

Cen.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1,000	4.200 (216,94%)	-	500 (25,83%)	900 (46,49%)	0,941	1,555	2,0	8,1
B	1,000	3.400 (175,62%)	-	700 (36,16%)	1.600 (82,64%)	0,970	1,206	2,5	3,1
C	1,000	-	-	900 (46,49%)	1.800 (92,97%)	0,909	1,175	1,7	2,7
D	1,000	-	-	1.000 (51,65%)	2.100 (108,47%)	0,904	1,142	1,6	2,2

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A – Tensão inicial (Mín. Tensão)

E – Limite de sobretensão (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração)

B – Limite de subtensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração)

F – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Mín. Tensão)

C – Limite de sobretensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração)

G – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Máx. Tensão)

D – Ponto de inclinação (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração)

H – Inclinação da curva (°) (Mín. Tensão)

I – Inclinação da curva (°) (Máx. Tensão)

No ponto onde a tensão mínima entra dentro dos limites somente para as simulações A e B, coluna B. Ao fim das simulações com a penetração em 4.400 kW, as tensões mínimas e máximas têm valores menores comparando com a carga em 30%. Verifica-se, comparando com a carga em 30% uma leve diminuição da inclinação indicando que as tensões crescem com menor velocidade. Destacando as simulações C e D, que com a alteração no posicionamento obteve-se menor valor na tensão máxima.

A Tabela 23 tem os resultados para 70% de carregamento e mostra resultados semelhantes ao carregamento 50%, entretanto com níveis maiores de potência nominal e menores níveis de penetração. Seguindo a ordem dos cenários de A à D, o cenário D apresenta resultado com maior nível de penetração, menor tensão mínima e máxima ao final do cenário e menor inclinação das curvas. Com destaque para tensões mínimas que se mantiveram em nível crítico, as inclinações encontradas mostram que a taxa de crescimento das tensões diminui em todas as simulações. E sobre, as inclinações, colunas H e I, mostram que a taxa de crescimento das tensões diminui, entre as simulações na ordem de A a D.

Tabela 23 – Tensão Máxima – 70% de Carga (3.351,11 kW)

Cen.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1,000	-	-	700 (20,89%)	1.100 (32,82%)	0,887	1,519	2,1	7,9
B	1,000	-	-	1.100 (32,82%)	2.000 (59,68%)	0,868	1,182	2,2	3,0
C	1,000	-	-	1.400 (41,78%)	2.300 (68,63%)	0,864	1,153	2,1	2,7
D	1,000	-	-	1.600 (47,75%)	2.600 (77,59%)	0,859	1,121	2,1	2,2

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A – Tensão inicial (Mín. Tensão)

E – Limite de sobretensão (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração)

B – Limite de subtensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração)

F – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Mín. Tensão)

C – Limite de sobretensão (Mín. Tensão) [kW] (% de penetração)

G – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Máx. Tensão)

D – Ponto de inclinação (Máx. Tensão) [kW] (% de penetração)

H – Inclinação da curva (°) (Mín. Tensão)

I – Inclinação da curva (°) (Máx. Tensão)

Tabela 24, encontram-se os resultados para 90% de carga, seguindo a tendência dos carregamentos anteriores, o aumento de carga altera o ponto de subida da curva de tensão para um valor penetração maior, entretanto com menor nível de penetração. Destaque para cenário D com o menor nível de tensão máximo ao fim das simulações, 1,101 pu, se aproximando do limite máxima de 1,05. Para esse nível de carga, a inclinação com menor valor é o do Cenário B, com 1,2°, indicando que a escolha nesse ponto de injeção faz com que as tensões mínimas cresçam de maneira mais lenta, e apresenta menor valor de tensão.

A diferença entre as tensões máxima e mínima é a maior da série, em média 0,35, ou seja, para o maior nível de carga aumentar as divergências entre as tensões. As inclinações demonstram que com esse carregamento o ponto de injeção que obtém a menor crescente das cargas é no cenário D, e que o A, continua apresentando níveis elevados de tensão para a maior potência injetada.

Tabela 24 – Tensão Máxima – 90% de Carga (4.689,73 kW)

Cen.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1,000	-	-	1.000 (21,32%)	1.300 (27,72%)	0,822	1,479	2,3	7,7
B	1,000	-	-	1.500 (31,98%)	2.400 (51,18%)	0,722	1,161	1,2	3,0
C	1,000	-	-	1.900 (40,51%)	2.700 (57,57%)	0,811	1,134	2,4	2,7
D	1,000	-	-	2.100 (44,78%)	3.100 (66,10%)	0,801	1,101	2,0	2,2

Fonte: Autoria Própria, 2025.

A – Tensão inicial (Mín. Tensão)

E – Limite de sobretensão (Máx. Tensão) [kW] (%)

B – Limite de subtensão (Mín. Tensão) [kW] (%) de penetração)

de penetração)

F – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Mín. Tensão)

C – Limite de sobretensão (Mín. Tensão) [kW] (%) de penetração)

G – Máxima Tensão [pu] à 4.400 kW (Máx. Tensão)

H – Inclinação da curva (°) (Mín. Tensão)

D – Ponto de inclinação (Máx. Tensão) [kW] (%) de penetração)

I – Inclinação da curva (°) (Máx. Tensão)

Dessa forma, identifica-se que o aumento de carga também reflete num aumento da potência nominal injetada, entretanto ocorre uma diminuição no nível de penetração que o sistema suporta tendo em vista a tensão máxima. Outro ponto é que ao posicionar a GD no ponto de menor tensão em relação ao posicionamento mais distante, o cenário B apresenta uma diminuição da inclinação da curva e uma tensão menor ao final das simulações. E comparando as localizações no centro ou nos finais do circuito, cenário D, tem resultados de tensão menor com maior grau de penetração de penetração com o aumento da carga do circuito, indicando que para controle de tensão, no alimentador 1928, o ponto mais interessante é o centro do circuito.

6 CONCLUSÃO

Os resultados dos geradores distribuídos no Alimentador 1928, do sistema de distribuição da COSERN mostraram que a localização da GD tem influência direta nos efeitos sobre os níveis de perdas, na tensão e no fluxo de potência no alimentador.

- Cenário A (GD na barra mais distante do alimentador) apresentou os piores resultados em termos de sobretensão e aumento de perdas ativas.

- Cenário B (GD posicionada no barramento com menor tensão) obteve melhor suporte à rede, permitindo um nível de penetração maior sem ultrapassar os limites regulatórios de tensão.
- Cenários C e D (com 4 GDs distribuídas no final dos trechos e no centro do circuito) demonstraram que o posicionamento central das GDs (cenário D) permitiu melhor controle de tensão e menor variação nas tensões máximas e mínimas.

Nas análises de fluxo reverso e potência no alimentador, em todos os casos, a inserção de GD resultou em fluxos de potência reversos a partir de determinados níveis de penetração. Percebendo que com o aumento das cargas os efeitos são mais severos a partir de níveis de penetração menores. O fluxo reverso foi mais acentuado no cenário A, onde a potência no alimentador apresentou os valores mais negativos ao final das simulações.

Cenário D, com GDs posicionadas no centro do circuito, o impacto do fluxo reverso foi reduzido, indicando que este posicionamento pode ser mais eficiente para minimizar os efeitos adversos.

Para as Perdas Ativas, o comportamento das perdas variou conforme o posicionamento da GD e o nível de penetração. Para baixas cargas (30% e 50%), a inserção de GD reduziu as perdas ativas até um certo ponto, mas níveis elevados de penetração causaram um aumento exponencial das perdas, principalmente no cenário A. Para cargas mais altas (70% e 90%), as perdas foram menores nos cenários C e D, indicando que a distribuição da GD ao longo do circuito pode ser mais eficiente do que concentrá-la em um único ponto.

O cenário A apresentou os maiores valores de perdas ativas ao final das simulações, enquanto as Simulações C e D conseguiram manter perdas reduzidas até os níveis mais altos de injeção de potência.

Comparando as Tensão Máxima e Mínima, os limites de sobretensão (1,05 pu) e subtensão (0,93 pu) foram ultrapassados em algumas simulações, especialmente no cenário. Cenário B apresentou melhor comportamento para manter os níveis de tensão dentro dos limites, especialmente para cargas intermediárias (50%-70%). Os cenários C e D demonstraram que a distribuição da GD melhora a estabilidade da tensão, sendo o cenário D (posicionamento no centro do circuito) a que apresentou os melhores resultados para controle da tensão. O aumento da carga reduziu o nível de penetração suportado antes da ultrapassagem dos limites de tensão.

Dessa forma, algumas considerações sobre Planejamento e Operação da Rede:

- A posição da GD é um fator crítico para minimizar perdas e manter a tensão dentro dos limites regulatórios.
- A distribuição de múltiplas GDs ao longo do circuito (Cenários C e D) foi mais eficiente do que a concentração em um único ponto (Cenários A e B).
- A necessidade de controle da injeção de energia fica evidente, principalmente para evitar sobretensões quando há baixa carga no sistema.
- Para o alimentador 1928, os melhores resultados para controle de tensão foram obtidos com a GD posicionada próxima ao centro do circuito (Cenário D).

Dessa forma, a distribuição da GD ao longo do circuito (cenário C: nos finais de cada trecho; e cenário D: concentrada no centro do circuito) proporcionou um melhor equilíbrio nos perfis de tensão, com menor número de barramentos fora dos limites e redução consistente das perdas ativas, quando comparados aos cenários A e B — que apresentaram limitações em níveis de carga mais altos e, no caso do cenário B, sequer permitiram a inversão de fluxo no carregamento de 90%.

Por fim, os resultados das simulações indicam que a escolha do posicionamento da geração distribuída influencia diretamente na qualidade da energia e na eficiência da rede. Para minimizar perdas e manter a tensão dentro dos limites, a melhor estratégia é distribuir as GDs ao longo do circuito, preferencialmente posicionando-as na região central do alimentador. Além disso, é essencial implementar mecanismos de controle da injeção de potência para evitar impactos adversos no sistema elétrico.

REFERÊNCIAS

ACKERMANN, T.; ANDERSSON, G.; SÖDER, L. Distributed generation: a definition. **Electric Power Systems Research**, v. 57, n. 3, p. 195–204, abr. 2001.

ALFOULY, Ahmed *et al.* State of the Art of Hosting Capacity Criteria and Limitations for Renewable Energy Sources. **2024 6Th International Youth Conference On Radio Electronics, Electrical And Power Engineering (Reepe)**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-6, 29 fev. 2024. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/reepe60449.2024.10479733>.

ALMEIDA NETO, José Cesar de Souza. **POLÍTICAS PÚBLICAS E MODELAMENTO DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA NO CENÁRIO BRASILEIRO**. 2023. 288 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Energia, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106134/tde-13042023-165219>. Acesso em: 08 mar. 2024.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (2010). Nota Técnica 43/2010-SDR/ANEEL: Proposta de abertura de Consulta Pública para o recebimento de contribuições visando reduzir as barreiras para a instalação de geração distribuída de pequeno porte, a partir de fontes renováveis, conectada em tensão de distribuição. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas-antigas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=34163&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acesso em: 11 fev. 2024.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (2023). Nota Técnica 101/2023-SDR/ANEEL: Abertura de Tomada de Subsídios para avaliar a necessidade de eventuais comandos regulatórios específicos para promover a aplicação do disposto no art. 28 da Lei nº 14.300/2022. Disponível em: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=232fa8b56a7e43a2ea1595c34a12db6363221e2b1a04dd579d529fc848447747JmltdHM9MTczOTIzMjAwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=21c79267-feaa-67fc-1086-8180ff87667b&psq=Nota+T%c3%a9cnica+n%c2%ba+101%2f2023-STD%2fANEEL&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cyLmFuZWVsLmdvdi5ici9jZWRvYy9uZHNwMjAyMzQzMi5wZGY&ntb=1>. Acesso em: 11 fev. 2024.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (2024). Nota Técnica 25/2024-SDR/ANEEL: Definição dos assuntos e ações regulatórias necessárias para modernização das tarifas de distribuição - roadmap. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/tomadas-de-subsidios?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=53333&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp

[sp#:~:text=Esta%20Nota%20T%C3%A9cnica%20tem%20o,da%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20do%20modelo%20tarif%C3%A1rio. Acesso em: 11 fev. 2024.](#)

ANEEL. **Painel de Geração Distribuída**. 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiY2VmMmUwN2QtYWFiOS00ZDE3LWI3NDMtZDk0NGI4MGU2NTkxIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 08 mar. 2025.

ARRITT, R. F.; DUGAN, R. C.. The IEEE 8500-node test feeder. **Ieee Pes T&D** **2010**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-6, 2010. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/tdc.2010.5484381>.

ARRITT, Robert F.; DUGAN, Roger C.. Review of the Impacts of Distributed Generation on Distribution Protection. **2015 Ieee Rural Electric Power Conference**, [S.L.], p. 69-74, abr. 2015. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/repc.2015.12>.

AZIZ, Tariq; KETJOY, Nipon. PV Penetration Limits in Low Voltage Networks and Voltage Variations. **Ieee Access**, [S.L.], v. 5, p. 16784-16792, 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/access.2017.2747086>.

BANSAL, Ramesh. **Handbook of Distributed Generation: Electric Power Technologies, Economics and Environmental Impacts**. Cham: Springer International Publishing, 2017.

BOLLEN, Math; HASSAN, Fainan. **Integration of distributed generation in the power system**. Singapore: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011. 507 p.

CASTRO, Nivalde de; DANTAS, Guilherme (org.). **Experiências Internacionais em Geração Distribuída: motivações, impactos e ajustes**. Rio de Janeiro: Publit Soluções Editoriais, 2018. 442 p.

CHATHURANGI, D. *et al.* Potential power quality impacts on LV distribution networks with high penetration levels of solar PV. **2018 18Th International Conference On Harmonics And Quality Of Power (Ichqp)**, [S.L.], p. 1-6, maio 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ichqp.2018.8378890>.

CHENG, Danling *et al.* Photovoltaic (PV) Impact Assessment for Very High Penetration Levels. **Ieee Journal Of Photovoltaics**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 295-300, jan. 2016. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/jphotov.2015.2481605>.

DING, Fei *et al.* Locational sensitivity investigation on PV hosting capacity and fast track PV screening. 2016 Ieee/Pes Transmission And Distribution Conference And Exposition (T&D), [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-5, maio 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/tdc.2016.7519878>.

EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Painel de Dados de Micro e Minigeração Disitribuída**. 2023. Disponível em: <https://dashboard.epe.gov.br/apps/pdgd/>. Acesso em: 08 maio 2024.

EPRI, ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (EPRI). **OpenDSS Documentation**. 2023. Disponível em: <https://opendss.epri.com/IntroductiontoOpenDSS.html>. Acesso em: 10 maio 2024.

GABDULLIN, Yesbol *et al.* Solar Photovoltaics Penetration Impact on a Low Voltage Network A Case Study for the Island of Gozo, Malta. **2018 Ieee Power & Energy Society General**

Meeting (Pesgm), [S.L.], p. 1-5, ago. 2018. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/pesgm.2018.8585974>.

HOU, Shuang; GAO, Qinxiang. Review of impact of distributed generation on distribution system. 2011 International Conference On Advanced Power System Automation And Protection, [S.L.], p. 219-222, out. 2011. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/apap.2011.6180521>.

JOHN, Nirmala; JANAMALA, Varaprasad; RODRIGUES, Joseph. Impact of Variable Distributed Generation on Distribution System Voltage Stability. **2019 International Conference On Data Science And Communication (Icondsc)**, [S.L.], p. 1-5, mar. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/condsc.2019.8817028>.

LIU, Rundong *et al.* Voltage Stability Analysis Considering the Impact of Distributed Photovoltaic Generation. **2022 Ieee 6Th Conference On Energy Internet And Energy System Integration (Ei2)**, [S.L.], p. 378-382, 11 nov. 2022. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ei256261.2022.10116303>.

MORAIS FILHO, Sérgio Augusto. **Métodos para Alocação de Sistemas de Armazenamento de Energia em Redes de Distribuição de Energia Elétrica**. 2020. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18154/tde-13082020-092140/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

ONU BRASIL. **Objetivo 7: energia limpa e acessível**. Energia limpa e acessível. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>. Acesso em: 27 dez. 2024.

PALUDO, Juliana Aramizu. **Valiação dos impactos de elevados níveis de penetração da geração fotovoltaica no desempenho de sistemas de distribuição de energia elétrica em regime permanente**. 2014. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18154/tde-23042014-153815/pt-br.php>. Acesso em: 29 fev. 2024.

PINTO, Amanda Luiza da Silva Oliveira. **Geração Distribuída de Energia Elétrica e Desenvolvimento como Liberdade: análise socioeconômica das metas do brasil frente à busca por sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora Fi, 2019. 221 p.

QUE, Dingfei *et al.* Adaptability Analysis of Voltage Influence of Distributed Photovoltaic Centralized Access to Distribution Network. **2023 Ieee 11Th Joint International Information Technology And Artificial Intelligence Conference (Itaic)**, [S.L.], p. 565-571, 8 dez. 2023. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/itaic58329.2023.10408821>.

RADATZ, P.; CONTRIBUTORS. *bdgd2opendss: A BDGD to OpenDSS conversion tool* ([Software]. GitHub, 2024. Disponível em: <https://github.com/pauloradatz/bdgd2opendss>. Acesso em: 09 de mar de 2025.

SURYAVANSHI, Rahul G.; KORACHAGAON, Irana. A review on power quality issues due to high penetration level of solar generated power on the grid. **2019 2Nd International Conference On Power And Embedded Drive Control (Icpedc)**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 464-467, ago. 2019. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icpedc47771.2019.9036537>.

TOLMASQUIM, Mauricio. **As origens da crise energética brasileira**. Ambiente & Sociedade, [S.L.], n. 6-7, p. 179-183, jun. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-753x20000000100012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/47YNhcdZ9PXxNfHg7kDgdsy/>. Acesso em: 05 dez. 2024.

VIANA, Matheus Sabino. **Análise da resposta da demanda e da geração distribuída fotovoltaica como recursos para o planejamento energético**. 2018. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-01112018-123806>. Acesso em: 25 mar. 2024.

VILLAR YACILA, Paul Ian Nicola. **Alocação ótima de unidades de geração distribuída fotovoltaica em redes elétricas**. 2024. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-15022024-100401/pt-br.php>. Acesso em: 29 fev. 2024

ZHAO, B.; WANG, C.; ZHANG, X. **Grid-integrated and standalone photovoltaic distributed generation systems: Analysis, design and control**. 1. ed. [s.1] Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2017.

ZHANG, Xu *et al.* Integrated Impact of high percentage Distributed Photovoltaic on Power Grid. **2022 9Th International Forum On Electrical Engineering And Automation (Ifeea)**, [S.L.], p. 109-114, 4 nov. 2022. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ifeea57288.2022.10038041>.

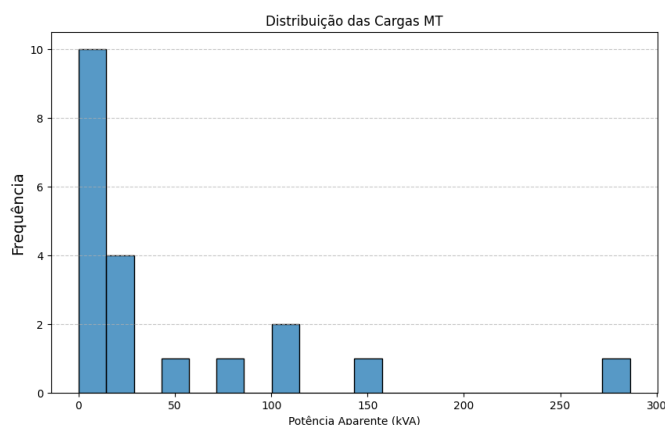
APÊNDICE A - ALIMENTADOR DA COSERN (1928)

Este apêndice contém informações mais detalhadas sobre o Alimentador 1928. Será apresentado os transformadores de distribuição, as cargas, em baixa e média tensão, curvas de carga, parâmetros iniciais do alimentador e a descrição das linhas.

A potência dos transformadores varia entre 5 e 1.000 kVA, estando a maioria concentrados entre de 45 e 150 kVA. Os transformadores em sua maioria possuem potências de 75 kVA e 112,5 kVA, com 42 e 30 transformadores, respectivamente. Essas potências representam os valores mais comuns. Transformadores com potências menores, como 5 kVA, 15 kVA e 30 kVA, são menos frequentes, totalizando 1, 4 e 10 unidades, respectivamente. Da mesma forma, transformadores de alta potência, como 300 kVA, 333 kVA, 432 kVA e 1000 kVA, também são raros, com apenas 1 ou 3 unidades cada. Transformadores com 150 kVA e 225 kVA apresentam uma presença intermediária, com 12 e 4 unidades.

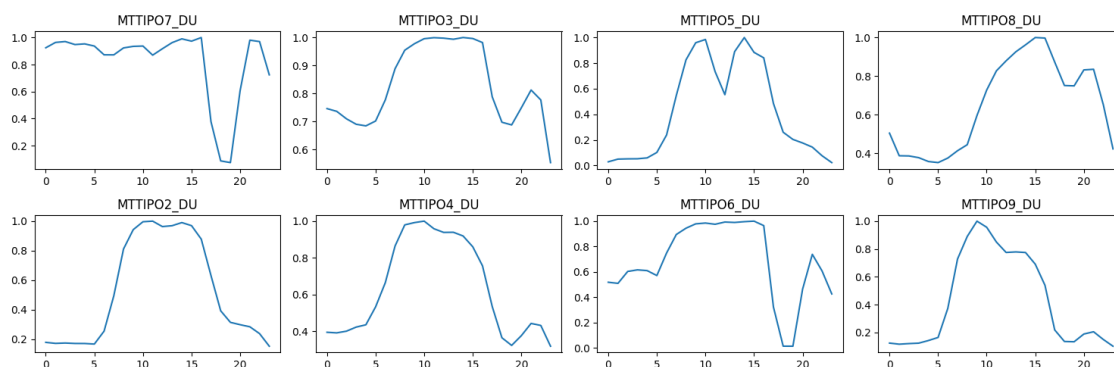
As cargas de média tensão (MT), são conectadas em 13,8kV e possuem um fator de potência de 0,92, estando divididas em tipo de curva e associadas a uma única barra cada. As potências aparentes variam significativamente, desde 0,124 kVA até 286,155 kVA, com a maioria das cargas na faixa de 10 a 100 kVA, Figura 30. A soma das cargas MT é de 1.867,14 kVA, ou 1.717,77 kW.

Figura 30 – Distribuição das cargas de média tensão



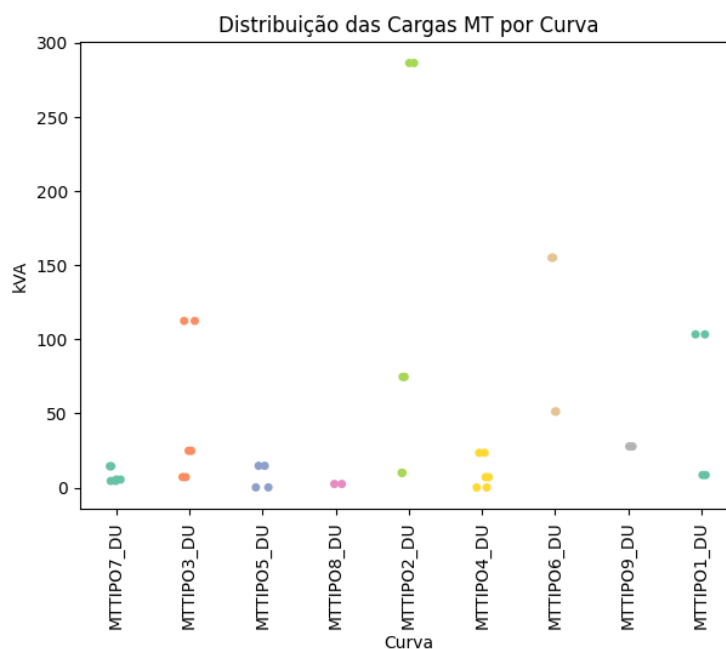
Fonte: Autoria Própria, 2025.

As cargas estão associadas a 9 diferentes tipos de curva, ou seja, perfis de consumo distintos nomeadas: MTTIPO1_DU, MTTIPO2_DU, MTTIPO3_DU, MTTIPO4_DU, MTTIPO5_DU, MTTIPO6_DU, MTTIPO7_DU, MTTIPO8_DU e MTTIPO9_DU. A Figura 31 mostra graficamente o perfil de consumo, onde é possível analisar que a pico dessas curvas ocorre entre as 10 e 18 horas.

Figura 31 – Tipos de curvas das cargas MT

Fonte: Autoria Própria, 2025.

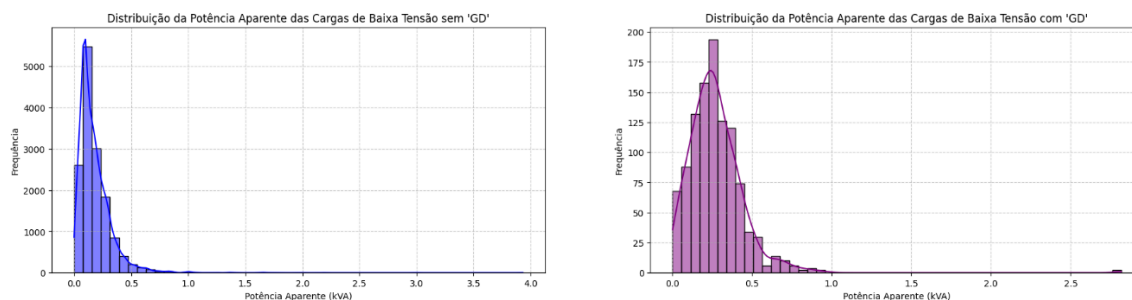
Analisa-se na Figura 32 a distribuição das potências por perfil de carga, analisando que alguns perfis têm menos ou mais ocorrências e que a potência das cargas tem influência no perfil final do consumo.

Figura 32 – Distribuição das cargas MT por tipos de Curva

Fonte: Autoria Própria, 2025.

As cargas, baixa tensão (BT), estão operando em 219/380 V e possuem um fator de potência padrão de 0,92. Os valores das cargas com injeção e sem injeção de energia são fornecidos pela concessionária ao BDGD e são obtidos através de uma aproximação baseada no consumo do alimentador. São ao todo 17.107 cargas conectadas no secundário dos transformadores, sendo 15.829 sem GD, 918 trifásica e 14.911 monofásicas, 1.278 com geração, 208 trifásicas e 1.070 monofásicas, cerca de 7,47%. Do ponto de vista da carga, unidades com geração distribuída somam 392,36 kW, enquanto as unidades sem GD somam 3.249,76 kW. Na Figura 33 é possível observar a distribuição das cargas por potência.

Figura 33 – Distribuição das potências das cargas conectadas em BT



Fonte: Autoria Própria, 2025.

De forma semelhante as cargas MT, as cargas BT possuem perfis de consumo variados a Figura 34 traz as curva de carga do consumo de cada unidade. São ao todo 35 curvas de cargas, são elas: RESTIPO9_DU, RESTIPO5_DU, RESTIPO8_DU_GD, RESTIPO7_DU, RESTIPO4_DU, RESTIPO8_DU, RESTIPO5_DU_GD, RESTIPO4_DU_GD, RESTIPO2_DU, RESTIPO3_DU, IPTIPO1_DU, RESTIPO6_DU, RESTIPO6_DU_GD, RESTIPO1_DU, RESTIPO2_DU_GD, RESTIPO7_DU_GD, RESTIPO9_DU_GD, 'RESTIPO3_DU_GD, COMTIPO8_DU, COMTIPO4_DU, COMTIPO3_DU, COMTIPO1_DU, COMTIPO2_DU, COMTIPO9_DU, RESTIPO1_DU_GD, COMTIPO5_DU, COMTIPO6_DU, COMTIPO2_DU_GD, COMTIPO8_DU_GD, COMTIPO4_DU_GD, COMTIPO1_DU_GD, COMTIPO7_DU, COMTIPO9_DU_GD, COMTIPO5_DU_GD, COMTIPO6_DU_GD. Na Tabela 25 estão os significados para interpretação dos nomes das curvas.

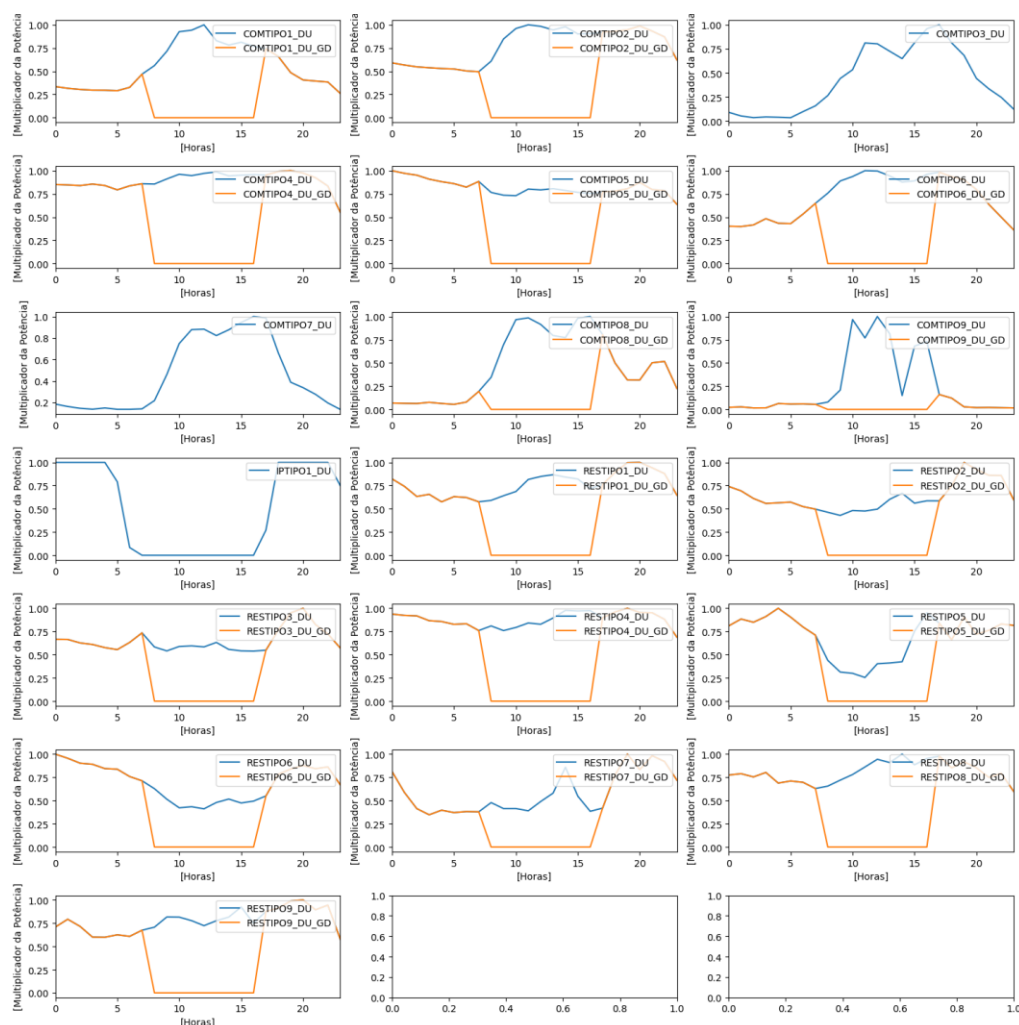
Tabela 25 – Descrição dos nomes das curvas

Referência	Descrição
RES	Residencial
COM	Comercial
IP	Iluminação Pública
DU	Dia útil
GD	Geração Distribuída

Fonte: Autoria Própria, 2024.

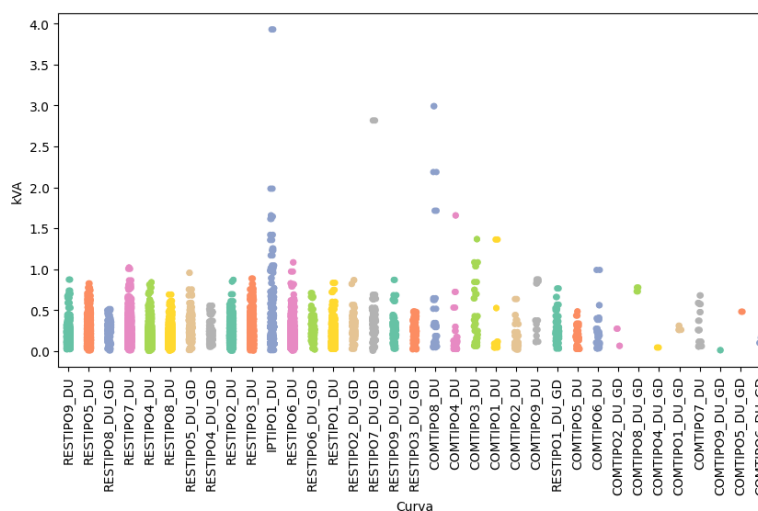
Na Figura 34 é apresentado os perfis carga de baixa tensão, nota-se que para esse perfil de consumo, que representa a maior parte das unidades consumidoras, o pico acontece entre as 18 e 21 horas. Destaca-se que os gráficos com duas curvas a curva laranja está se referindo a GD e a curva azul a cargas sem GD.

Figura 34 – Tipos de curva BT



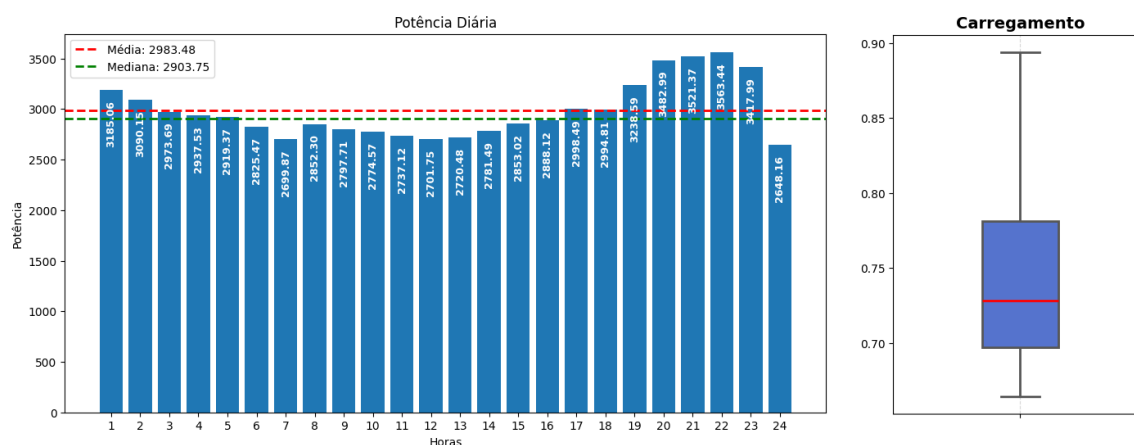
Fonte: Autoria Própria, 2025.

A Figura 35 tem indicada como está a distribuição dos modelos de curva por potência. Visualmente observa-se que a maioria das curvas tem até 1 kVA de potência, com algumas curvas apresentando valor acima, mas não reflete o todo.

Figura 35 – Distribuição das cargas BT por tipos de Curva

Fonte: Autoria Própria, 2025.

No geral, o Alimentador 1928 da COSERN em Mossoró, RN, trata-se de um sistema complexo e diverso de distribuição de energia elétrica. Com uma ampla gama de transformadores e cargas de média e baixa tensão. A região onde está instalado o Alimentador caracteriza-se pela presença de Universidades, setor judiciário da cidade, Hospital, bairros residenciais e apesar de não ser uma local com um comércio presente possui uma carga presente durante o dia, esse comportamento ao longo dia é apresentado na Figura 36, mostrando que a concentração das cargas em porcentagem está entre 70% e 80% de carregamento, com um pico em 90%.

Figura 36 – Curva de Potência Alimentador 1928 e Carregamento

Autoria Própria, 2025.

Outro dado importante são os parâmetros iniciais do Alimentador 1928 que estão expostos na Tabela 26. Nela destaca-se os valores de Potência Ativa Total de 3,98 MW, as Perdas Ativas Totais de 0,59 MW (14,93%).

Tabela 26 – Parâmetros do Alimentor 1928

Parâmetro	Valor
Potência Ativa Total (MW)	3,98
Potência Reativa (MVar)	1,72
Perdas Ativas Totas (MW)	0,59
Perdas Ativas (%)	14,93
Perdas Reativas Totais (MVar)	0,21
Perdas Ativas nas Linhas (MW)	0,54
Perdas Reativas nas Linhas (MVar)	0,08
Perdas Ativas nos Transformadores (MW)	0,05
Perdas Reativas nos Transformadores (MVar)	0,12

Autoria Própria, 2025.

Na Tabela 27 tem a descrição dos parâmetros utilizados na modelagem dos condutores das linhas de média tensão que representam a rede de distribuição. Os valores das impedâncias de sequência positiva (R1 e X1) e zero (R0 e X0), bitola do condutor e correntes nominais são apresentados.

Tabela 27 - Parâmetros dos condutores das linhas

Código da linha	Condutor	R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	R0 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	Corrente Nominal (A)
1_m_3_1_3	1/0 AWG	2,179	0,5182	0,1784	0,4047	230
10_m_3_1_3	1 AWG	2,179	0,4021	0,1784	0,4047	514
11_m_3_1_3	4/0 AWG	2,179	0,4772	0,1784	0,4047	134
28_m_3_1_3	70 mm ²	2,179	0,2969	0,1784	0,4047	282
33_m_3_1_3	35 mm ²	2,179	0,3212	0,1784	0,4047	187
37_m_3_1_3	185 mm ²	2,179	0,2589	0,1784	0,4047	525
4_m_3_1_3	1 AWG	2,179	0,3908	0,1784	0,4047	530
41_m_3_1_3	35 mm ²	2,179	0,3212	0,1784	0,4047	187
42_m_3_1_3	70 mm ²	2,179	0,2969	0,1784	0,4047	282
43_m_3_1_3	185 mm ²	2,179	0,2589	0,1784	0,4047	525
47_m_3_1_3	4/0 AWG	2,179	0,52	0,1784	0,4047	140
49_m_3_1_3	1 AWG	2,179	0,3908	0,1784	0,4047	530
5_m_2_1_2	4/0 AWG	2,179	0,52	0,1784	0,4047	140
5_m_3_1_3	4/0 AWG	2,179	0,52	0,1784	0,4047	140
50_m_3_1_3	1/0 AWG	2,179	0,5182	0,1784	0,4047	230
51_m_3_1_3	4/0 AWG	2,179	0,1041	0,1784	0,4047	60
58_m_3_1_3	1 AWG	2,179	0,2913	0,1784	0,4047	514
69_m_3_1_3	35 mm ²	2,179	0,1041	0,1784	0,4047	60
70_m_3_1_3	70 mm ²	2,179	0,1041	0,1784	0,4047	60

A Tabela 28 descreve as linhas da rede de distribuição do Alimentador 1928 utilizado nas simulações. Mostra as barras onde as linhas estão conectadas, identificando os nós associados as linhas com a representação .1.2.3, o código da linha para identificar os condutores de fase e o comprimento de cada linha.

Tabela 28 – Linhas de Distribuição do Alimentador 1928

Linha	Barra 1	Barra 2	Código da linha	Comprimento (km)
smt_1505351	48225m-1928.1.2.3	10089055m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03007243
smt_10697326	10573495m-1928.1.2.3	10573507m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04666533
smt_1466220	1001314m-1928.1.2.3	49109m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04966431
smt_56447	48172m-1928.1.2.3	48171m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04273512
smt_10287854	10276887m-1928.1.2.3	10212247m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02777379
smt_10418059	10373554m-1928.1.2.3	10373553m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04701707
smt_10424477	10276884m-1928.1.2.3	10116778m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03828991
smt_1552775	49006m-1928.3.1	89908m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,0434564
smt_59345	48943m-1928.1.2.3	48944m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0471864
smt_10397340	10359064m-1928.1.2.3	10173514m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02727235
smt_56494	48217m-1928.1.2.3	48219m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07687651
smt_10580505	10486393m-1928.1.2.3	10219160m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03386122
smt_59432	49029m-1928.1.2.3	49030m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03748098
smt_10762726	10618598m-1928.1.2.3	10618601m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02899834
smt_10228023	10230503m-1928.1.2.3	10230501m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03141097
smt_59364	48962m-1928.1.2.3	48963m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,01407831
smt_1000503	100182m-1928.1.2.3	100183m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0407485
smt_1508893	1042485m-1928.1.2.3	1042486m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0373671
smt_10196278	1020891m-1928.1.2.3	1020892m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04408457
smt_10340709	10317881m-1928.1.2.3	48874m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,00445052
smt_10697281	10342326m-1928s.1.2.3	10104469m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,05500747
smt_10424478	10373551m-1928.1.2.3	10276881m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04625113
smt_10090238	10212247m-1928.1.2.3	10116780m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04001608
smt_56436	48161m-1928.1.2.3	48160m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04403743
smt_1468064	48929m-1928.1.2.3	993689m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04310279
smt_59326	48924m-1928.1.2.3	48925m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03061433
smt_59332	48929m-1928.1.2.3	48931m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02336466
smt_10341042	10317637m-1928.1.2.3	49611m-1928s.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04733408
smt_59544	49142m-1928.1.2.3	49140m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04292924
smt_59522	49116m-1928.1.2.3	49120m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04145331
smt_10404960	10364115m-1928.1.2.3	10168784m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04447937
smt_10118212	10144472m-1928.1.2.3	10302932m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03121377
smt_10228032	10230535m-1928.1.2.3	10230522m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02285367
smt_1529175	100327m-1928.1.2.3	1109237m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03560332

smt_1498942	1034661m-1928.1.2.3	10618528m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,02640344
smt_10773460	10623080m-1928.1.2.3	10623079m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04125832
smt_59371	48969m-1928.1.2.3	48970m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03813031
smt_10147905	10170038m-1928.1.2.3	10148593m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03389354
smt_10228259	10230555m-1928.1.2.3	10230556m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10515534
smt_10741815	10604139m-1928.1.2.3	48996m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03674278
smt_59399	48997m-1928.1.2.3	48998m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10729284
smt_10762836	10618606m-1928.1.2.3	10673593m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01783494
smt_10277234	10181709m-1928.1.2.3	10268672m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04145658
smt_10821812	10660786m-1928.1.2.3	10660784m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03526117
smt_59396	48994m-1928.1.2.3	48995m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07024955
smt_10773455	10623069m-1928.1.2.3	10623070m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03398521
smt_56453	48178m-1928.1.2.3	48177m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04204642
smt_59528	49125m-1928.1.2.3	49126m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04853271
smt_56402	48127m-1928.1.2.3	48126m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04475594
smt_10207501	10216025m-1928.1.2.3	10091751m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04516501
smt_10507691	10407342m-1928.1.2.3	10410250m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02610263
smt_10699401	10575105m-1928.1.2.3	10575111m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03825624
smt_59843	10634959m-1928.1.2.3	49165m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02796271
smt_10747337	10576838m-1928s.1.2.3	10576839m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03795284
smt_10729783	10595835m-1928s.1.2.3	48871m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03726338
smt_56401	48126m-1928.1.2.3	48125m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04373641
smt_59479	49077m-1928.1.2.3	49075m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0427718
smt_59344	48942m-1928.1.2.3	48943m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0480128
smt_59245	48844m-1928.1.2.3	48845m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03334514
smt_10073144	10091755m-1928.1.2.3	10148595m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02239461
smt_59848	49170m-1928.1.2.3	49171m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04816272
smt_59388	48986m-1928.1.2.3	48987m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02082234
smt_10737043	10600515m-1928.1.2.3	10600516m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04558986
smt_10152951	10173511m-1928.1.2.3	10386035m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04179725
smt_59282	48879m-1928.1.2.3	48881m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04170239
smt_10207180	10033310m-1928.1.2.3	10176260m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04493572
smt_10243536	10523426m-1928.1.2.3	1004851m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01848312
smt_10146535	10168772m-1928.1.2.3	10168771m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07493006
smt_1000581	90105m-1928.1.2.3	90106m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04475346
smt_10751035	10603687m-1928.1.2.3	10603686m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03931171
smt_10275696	10267364m-1928.1.2.3	10267363m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03023986
smt_59502	49097m-1928.1.2.3	49100m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04570126
smt_10825215	10663089m-1928.1.2.3	10663090m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03362909
smt_1508898	1042491m-1928.1.2.3	1042492m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04066025
smt_10362488	10333096m-1928.1.2.3	10333061m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,0433752
smt_10773465	10623076m-1928.1.2.3	10623075m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03153144
smt_59321	48919m-1928.1.2.3	10661410m-1928s.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04481172
smt_59274	48872m-1928.1.2.3	48873m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03546047
smt_59355	48953m-1928.1.2.3	48954m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02679641

smt_10332728	10311421m-1928.1.2.3	10311422m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04057032
smt_10762834	10618592m-1928.1.2.3	10674053m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01927656
smt_10228024	10230504m-1928.1.2.3	10230503m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04167164
smt_59484	49082m-1928.1.2.3	49081m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03303664
smt_59454	49050m-1928.1.2.3	49052m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03862735
smt_10470970	10412271m-1928.1.2.3	51460m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,00487735
smt_10210776	10219163m-1928.1.2.3	10144473m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02460477
smt_10715104	89727m-1928.1.2.3	89746m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02966581
smt_59482	49079m-1928.1.2.3	49080m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01906254
smt_10321240	10302932m-1928.1.2.3	10302933m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04820197
smt_10123058	10148587m-1928.1.2.3	10170036m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03539841
smt_59419	49016m-1928s.1.2.3	49017m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0350399
smt_59549	49147m-1928.1.2.3	49142m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04003486
smt_59550	49148m-1928.1.2.3	49147m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0359265
smt_10715100	89733m-1928.1.2.3	89729m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04196416
smt_59515	49112m-1928.1.2.3	49113m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01610014
smt_10486916	10424818m-1928.1.2.3	10424819m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04093383
smt_1467403	49071m-1928.1.2.3	10348703m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03041068
smt_10445792	100181m-1928.1.2.3	90269m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01443567
smt_59346	48944m-1928s.1.2.3	10513482m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0338761
smt_1000499	100178m-1928.1.2.3	100179m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03646706
smt_56450	48175m-1928.1.2.3	48174m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04199079
smt_10762634	1020886m-1928.1.2.3	10618534m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03369887
smt_10348866	10324670m-1928.1.2.3	10324669m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0913402
smt_10228022	10230505m-1928.1.2.3	10230491m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02389932
smt_10332731	10311418m-1928.1.2.3	10327491m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02671488
smt_10090241	10116788m-1928.1.2.3	10116790m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04064135
smt_83205	10660790m-1928.1.2.3	66998m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03281863
smt_1481629	89779m-1928.1.2.3	89780m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,03760889
smt_10462397	10404526m-1928.1.2.3	10404527m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03944866
smt_59276	48874m-1928.1.2.3	48875m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04303238
smt_56481	48207m-1928.1.2.3	10603660m-1928s.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03555218
smt_10277232	10268670m-1928.1.2.3	10268668m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02776984
smt_10578389	10484766m-1928.1.2.3	10484760m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,02460997
smt_59839	10490646m-1928.1.2.3	49162m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03356731
smt_10715099	89734m-1928.1.2.3	89733m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03287123
smt_59389	48966m-1928.1.2.3	48988m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05336696
smt_1444334	90227m-1928.1.2.3	90243m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04512565
smt_1505352	1039758m-1928.1.2.3	10256261m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03800149
smt_10486915	10424721m-1928.1.2.3	10424818m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02533348
smt_10737039	10600511m-1928.1.2.3	10600512m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04072458
smt_1000734	100326m-1928.1.2.3	91629m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,00672544
smt_59422	49019m-1928.1.2.3	49020m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03936621
smt_59407	49005m-1928.1.2.3	49006m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06058243
smt_59244	48843m-1928.1.2.3	48844m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05039529

smt_10715092	10586022m-1928.1.2.3	10586023m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03563603
smt_10425061	10362257m-1928s.1.2.3	48879m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01595376
smt_59508	10670409m-1928.1.2.3	49106m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0228621
smt_10699142	10660780m-1928.1.2.3	10574895m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,03674862
smt_10821823	10660772m-1928.1.2.3	10660771m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03674438
smt_10823494	10660772m-1928s.1.2.3	10660773m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01988648
smt_10445789	90271m-1928.1.2.3	1004530m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04132279
smt_10821811	10660787m-1928.1.2.3	10660786m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,04910167
smt_1000583	90109m-1928.1.2.3	90110m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04229153
smt_56408	48133m-1928.1.2.3	48132m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,0369037
smt_59486	49083m-1928.1.2.3	49084m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04010559
smt_127454	89092m-1928.1.2.3	89116m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03924036
smt_1466216	49109m-1928.1.2.3	49111m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05306737
smt_1552782	89916m-1928.3.1	89917m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,04444273
smt_59834	49156m-1928.1.2.3	49157m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03610033
smt_10273141	10148591m-1928.1.2.3	10148590m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03322617
smt_59538	49135m-1928.1.2.3	49136m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04008486
smt_59351	48949m-1928.1.2.3	48950m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04585988
smt_10737036	10600504m-1928.1.2.3	10324685m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03230621
smt_10262318	10256261m-1928.1.2.3	10256262m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03513381
smt_10207183	48976m-1928.1.2.3	10215640m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,0207019
smt_10485697	1034660m-1928.1.2.3	10423886m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03157362
smt_10504342	10253990m-1928.1.2.3	10436376m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04890236
smt_59320	48918m-1928.1.2.3	48919m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04182416
smt_10715097	10586028m-1928.1.2.3	89734m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03057819
smt_1102725	49053m-1928.1.2.3	89991m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03042953
smt_10701898	10576840m-1928.1.2.3	10576841m-1928.1.2.3	51_m_3_1_3	0,0236661
smt_59335	48931m-1928.1.2.3	48934m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04070094
smt_56435	48160m-1928.1.2.3	48159m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0490882
smt_10485698	10423886m-1928.1.2.3	10423889m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03517527
smt_59487	49085m-1928.1.2.3	49083m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03406923
smt_10207179	10176260m-1928.1.2.3	10176259m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03767393
smt_59859	49155m-1928.1.2.3	49185m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,08023608
smt_59411	49009m-1928.1.2.3	49010m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,0384744
smt_59385	48982m-1928.1.2.3	48984m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02273814
smt_56477	48202m-1928.1.2.3	48201m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04556953
smt_10098342	10127748m-1928.1.2.3	10127747m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0077083
smt_59533	10352732m-1928.1.2.3	49131m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02510076
smt_59534	10352732m-1928.1.2.3	49132m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0209746
smt_59437	49033m-1928.1.2.3	49035m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04045843
smt_59440	49037m-1928.1.2.3	49038m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02294168
smt_59404	49002m-1928.1.2.3	49003m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0548594
smt_10228015	10230477m-1928.1.2.3	10230466m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02257614
smt_10210761	10219157m-1928.1.2.3	10219159m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03998002
smt_10751042	10603680m-1928.1.2.3	10603679m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04133507

smt_59273	48871m-1928.1.2.3	48872m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03458537
smt_56437	48162m-1928.1.2.3	10091745m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02222177
smt_10243538	1004850m-1928.1.2.3	1004848m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04670616
smt_10243535	1004854m-1928.1.2.3	10523426m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04847454
smt_56449	48174m-1928.1.2.3	48173m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03746879
smt_10823465	10660779m-1928.1.2.3	10660780m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01669526
smt_56399	48124m-1928.1.2.3	48122m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,03863633
smt_1508891	1042480m-1928.1.2.3	10148989m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01595812
smt_59524	49121m-1928.1.2.3	49122m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03419615
smt_10207503	10216029m-1928.1.2.3	10091755m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04298714
smt_10332368	10311208m-1928.1.2.3	10311209m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04254523
smt_1508896	1042489m-1928.1.2.3	1042490m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04302443
smt_59451	49048m-1928.1.2.3	49049m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00996728
smt_10697287	10573519m-1928.1.2.3	1042475m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04001644
smt_10273140	10148590m-1928.1.2.3	10148589m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03472839
smt_59552	49150m-1928.1.2.3	49149m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0316608
smt_10288510	10277484m-1928.1.2.3	48192m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06541266
smt_56419	48144m-1928.1.2.3	48143m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0417668
smt_59438	49035m-1928.1.2.3	49036m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03679528
smt_10275703	10267339m-1928.1.2.3	10267325m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02332696
smt_56441	48166m-1928.1.2.3	10628402m-1928s.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04505122
smt_56442	10448185m-1928.1.2.3	48166m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02867903
smt_56427	48152m-1928.1.2.3	48151m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04157566
smt_59278	48876m-1928.1.2.3	48877m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04147058
smt_10152953	10173513m-1928.1.2.3	10414896m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04163658
smt_56431	48156m-1928.1.2.3	48155m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03810081
smt_10348867	10324685m-1928.1.2.3	10324670m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04568914
smt_1102726	89991m-1928.1.2.3	430259m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02965026
smt_10737034	10600499m-1928.1.2.3	10600500m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03110603
smt_10545952	10618580m-1928.1.2.3	10618542m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,03590037
smt_59428	49024m-1928.1.2.3	49026m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03176417
smt_60739	49178m-1928.1.2.3	49179m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03641512
smt_10234205	10234402m-1928.1.2.3	10234401m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03920084
smt_59261	48860m-1928.1.2.3	48861m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03991896
smt_1446979	48847m-1928.1.2.3	994129m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02089697
smt_59493	49091m-1928.1.2.3	49089m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03984657
smt_59370	48968m-1928.1.2.3	48969m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04291555
smt_10273144	10265231m-1928.1.2.3	10265230m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03502882
smt_10273138	10148589m-1928.1.2.3	10091631m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03243897
smt_127453	89091m-1928.1.2.3	89092m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02944105
smt_10616745	10513487m-1928.1.2.3	10513489m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03601502
smt_10321241	10302933m-1928.1.2.3	10144471m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02894626
smt_10277236	89783m-1928.1.2.3	10268673m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02327988
smt_10118218	10144478m-1928.1.2.3	10464417m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04668939
smt_56478	48203m-1928.1.2.3	48202m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04286301

smt_10697344	10573514m-1928.1.2.3	10573518m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03959919
smt_10123059	10148594m-1928.1.2.3	10148587m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06668567
smt_59855	49177m-1928.1.2.3	49178m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03809455
smt_59423	49020m-1928.1.2.3	49021m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03996703
smt_59356	48954m-1928.1.2.3	48955m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,05439548
smt_10438608	10373544m-1928.1.2.3	10253986m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03590777
smt_56522	48245m-1928.1.2.3	48247m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0583897
smt_10073142	10091751m-1928.1.2.3	10216027m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03263833
smt_10751034	10603688m-1928.1.2.3	10603687m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03548014
smt_10707201	10580673m-1928.1.2.3	10176263m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,02561515
smt_59526	49123m-1928.1.2.3	49124m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02859473
smt_59514	49111m-1928.1.2.3	49112m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04678919
smt_10773446	10623062m-1928.1.2.3	10623063m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04515166
smt_10715101	89729m-1928.1.2.3	89728m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03939123
smt_1466224	49075m-1928.1.2.3	49071m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04750121
smt_10418058	10373553m-1928.1.2.3	10373552m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03676873
smt_10485722	10423901m-1928.1.2.3	10423904m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02470634
smt_10737041	10600513m-1928.1.2.3	10600514m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04269367
smt_1000732	100326m-1928.1.2.3	100325m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02802227
smt_10545951	10618582m-1928.1.2.3	10618581m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,03770918
smt_10470985	10412272m-1928.1.2.3	10412274m-1928.1.2.3	4_m_3_1_3	0,00894531
smt_10737042	10600514m-1928.1.2.3	10600515m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03762902
smt_59247	48846m-1928.1.2.3	48847m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04186697
smt_1000504	100183m-1928.1.2.3	100184m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,036194
smt_59409	49007m-1928.1.2.3	49008m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04279778
smt_10381287	89709m-1928.1.2.3	10349279m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01609056
smt_10773432	10623060m-1928.1.2.3	10623061m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03829715
smt_10123055	10148585m-1928.1.2.3	10148584m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04588506
smt_10414096	10370393m-1928.1.2.3	10370394m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,03592214
smt_59337	48935m-1928.1.2.3	48936m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04150592
smt_10243534	1039028m-1928.1.2.3	1004854m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0440498
smt_10418057	10373552m-1928s.1.2.3	10373551m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03020234
smt_10332726	10311423m-1928.1.2.3	10230464m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01819499
smt_59450	49047m-1928.1.2.3	49048m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00594341
smt_59279	48877m-1928.1.2.3	48878m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,043591
smt_10418053	10276883m-1928.1.2.3	10276884m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03616575
smt_59485	49083m-1928.1.2.3	49082m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02746434
smt_10762772	10618634m-1928.1.2.3	10618635m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03266448
smt_56439	48164m-1928.1.2.3	48163m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04442902
smt_59430	49027m-1928.1.2.3	49028m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,02847052
smt_10445795	1004534m-1928.1.2.3	1004533m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04075753
smt_10773459	10623081m-1928.1.2.3	10623080m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0413234
smt_10123591	10148989m-1928.1.2.3	1042481m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05391234
smt_59265	48864m-1928.1.2.3	10589703m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04198779
smt_1102727	430259m-1928.1.2.3	90009m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02821181

smt_1102729	90008m-1928.1.2.3	90039m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04625
smt_59413	49010m-1928.1.2.3	10403770m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01971041
smt_10762752	90371m-1928.1.2.3	10618612m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02483486
smt_10298117	10284737m-1928.1.2.3	10144478m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07221583
smt_10751043	10603679m-1928.1.2.3	10603678m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04014752
smt_10715094	10586026m-1928.1.2.3	10586027m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0397545
smt_1498939	1034660m-1928.1.2.3	1020890m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03736213
smt_59842	49164m-1928.1.2.3	49165m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05779588
smt_1455714	100177m-1928.1.2.3	1001314m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04049735
smt_1481628	48955m-1928.1.2.3	89779m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04426315
smt_10461434	10403770m-1928s.1.2.3	49012m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01821738
smt_10259487	10253990m-1928s.1.2.3	10144479m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04262524
smt_59850	49172m-1928.1.2.3	49173m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03905765
smt_59509	49107m-1928.1.2.3	49106m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,038292
smt_56469	48194m-1928.1.2.3	48193m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04624807
smt_10821815	10660783m-1928.1.2.3	10660782m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,04157818
smt_83207	66999m-1928.1.2.3	67000m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04213189
smt_10438615	10373550m-1928.1.2.3	10373549m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03115029
smt_10228035	10230548m-1928.1.2.3	10230537m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04618446
smt_10438610	10373546m-1928.1.2.3	10373545m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03360258
smt_10756941	10603665m-1928.1.2.3	10603662m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04471133
smt_59849	49171m-1928s.1.2.3	49172m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03740903
smt_10332376	10159767m-1928.1.2.3	10311212m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03233905
smt_10470987	10412274m-1928.1.2.3	10412275m-1928.1.2.3	4_m_3_1_3	0,00432953
smt_10332729	10311420m-1928.1.2.3	10311421m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04161027
smt_10616740	10513482m-1928.1.2.3	10513486m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,04223557
smt_10166398	10185479m-1928.1.2.3	10085217m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03637888
smt_10646539	10230492m-1928.1.2.3	10537177m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,0275425
smt_56451	48176m-1928.1.2.3	48175m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08170444
smt_10762635	10618534m-1928.1.2.3	10618535m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03166174
smt_1508899	1042492m-1928.1.2.3	1042493m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04039771
smt_10051140	10055008m-1928.1.2.3	49097m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0177687
smt_10697325	10573494m-1928.1.2.3	10573495m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04465665
smt_59854	10490660m-1928.1.2.3	10618595m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02069488
smt_10118215	10144475m-1928.1.2.3	10144474m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,1089798
smt_1467434	10484207m-1928.1.2.3	90023m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03798102
smt_56504	48227m-1928.1.2.3	10663089m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06319039
smt_59439	49036m-1928s.1.2.3	49037m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04077729
smt_10418060	10373555m-1928s.1.2.3	10373554m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03971901
smt_10485708	10423896m-1928.1.2.3	10423897m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01863708
smt_10275694	10267362m-1928.1.2.3	10267361m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02602949
smt_10486920	10424844m-1928.1.2.3	10424845m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04066345
smt_1508897	1042490m-1928.1.2.3	1042491m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04317967
smt_56445	48170m-1928.1.2.3	48169m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03707802
smt_59425	49022m-1928.1.2.3	49023m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,0363316

smt_59362	48960m-1928.1.2.3	48961m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03967526
smt_56413	10628392m-1928.1.2.3	48137m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04075312
smt_10414097	10370394m-1928.1.2.3	1020889m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,02817354
smt_10228027	10230526m-1928.1.2.3	10230521m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04562231
smt_10821818	10660779m-1928.1.2.3	10660777m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,0306886
smt_10005940	10396169m-1928s.1.2.3	48122m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04380605
smt_59367	48963m-1928.1.2.3	48966m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02481085
smt_59391	48989m-1928.1.2.3	10322395m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04661119
smt_59264	48863m-1928.1.2.3	48864m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04125979
smt_10485711	10423897m-1928.1.2.3	10423900m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02469754
smt_59363	48961m-1928.1.2.3	48962m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04431431
smt_59366	48963m-1928.1.2.3	48965m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01524081
smt_59452	49048m-1928.1.2.3	49050m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02748846
smt_1444336	90243m-1928.1.2.3	90244m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04207745
smt_1444328	49146m-1928.1.2.3	90222m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04511261
smt_10773451	10623065m-1928.1.2.3	10623066m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03981491
smt_10098343	49185m-1928.1.2.3	10361751m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03923957
smt_10821822	10660774m-1928.1.2.3	10660772m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,05314639
smt_10697319	10573489m-1928.1.2.3	10573490m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04502744
smt_10697323	10573492m-1928.1.2.3	10573493m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04406077
smt_10234206	10234403m-1928.1.2.3	10234402m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04066362
smt_10774080	10626351m-1928.1.2.3	10174380m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01097843
smt_10512075	10441673m-1928.1.2.3	10091747m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02434413
smt_1452173	49169m-1928.1.2.3	90333m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0248309
smt_10762657	10618535m-1928.1.2.3	49184m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03512404
smt_10090230	10116772m-1928.1.2.3	10116770m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04159352
smt_59499	49096m-1928.1.2.3	10055008m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01609439
smt_59354	48952m-1928.1.2.3	48953m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03447457
smt_10737037	10324685m-1928.1.2.3	10600506m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02725783
smt_10737047	10600518m-1928.1.2.3	10600519m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03619349
smt_10445793	1004532m-1928.1.2.3	1004531m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04064134
smt_59417	49015m-1928.1.2.3	49016m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04098701
smt_10465623	10407419m-1928.1.2.3	10407342m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03692021
smt_56417	48142m-1928.1.2.3	48140m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04252424
smt_10277231	10268668m-1928.1.2.3	10268669m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02864425
smt_59341	48939m-1928.1.2.3	48940m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03305614
smt_10737040	10600512m-1928.1.2.3	10600513m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0443847
smt_59327	48925m-1928.1.2.3	48926m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0371674
smt_10715086	49133m-1928.1.2.3	10586014m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04219139
smt_10715089	10586018m-1928.1.2.3	10586020m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01441966
smt_10154170	89846m-1928.1.2.3	10174378m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04101698
smt_10228033	10230536m-1928.1.2.3	10230535m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03339258
smt_10414095	10370392m-1928.1.2.3	10370393m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,02218596
smt_10762621	10618528m-1928.1.2.3	1034662m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,02840667
smt_10275702	10267325m-1928.1.2.3	10267324m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02847438

smt_10252414	1020886m-1928.1.2.3	10248501m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,00472534
smt_10228018	10230479m-1928.1.2.3	10230480m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03249703
smt_10762632	1020887m-1928.1.2.3	10464419m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03746663
smt_10090239	10173521m-1928.1.2.3	10116784m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03880138
smt_10746881	10607606m-1928.1.2.3	10144470m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03298357
smt_10118211	10144471m-1928.1.2.3	10302953m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02947536
smt_1000501	100180m-1928.1.2.3	100181m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04172866
smt_10698582	1034663m-1928.1.2.3	1034662m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04615855
smt_56476	48201m-1928.1.2.3	48200m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04548792
smt_56484	48207m-1928.1.2.3	48209m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04658242
smt_59360	48946m-1928.1.2.3	48959m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04102744
smt_10090240	10173520m-1928.1.2.3	10116788m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04226123
smt_10824042	10660793m-1928.1.2.3	10660796m-1928.1.2.3	49_m_3_1_3	0,04551694
smt_10714959	10585991m-1928.1.2.3	49123m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01912332
smt_59537	49134m-1928.1.2.3	49135m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03925203
smt_10762760	10618614m-1928.1.2.3	10618615m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02893714
smt_56523	48247m-1928.1.2.3	48248m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01565967
smt_10636651	10529793m-1928.1.2.3	10529795m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,04138315
smt_10123061	10148595m-1928.1.2.3	10091757m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04731486
smt_59841	49162m-1928.1.2.3	49164m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03541667
smt_56444	48169m-1928.1.2.3	10448187m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02823413
smt_10616748	10513490m-1928.1.2.3	10513491m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03332928
smt_10773467	10623074m-1928.1.2.3	10623073m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03822461
smt_10277235	10268673m-1928.1.2.3	10181709m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04223494
smt_56400	48125m-1928.1.2.3	48124m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04065295
smt_59443	49038m-1928.1.2.3	49041m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01706396
smt_10228019	10230490m-1928.1.2.3	10230479m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01575214
smt_1102728	90009m-1928.1.2.3	90008m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,023125
smt_10616750	10513492m-1928.1.2.3	10513493m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,04223255
smt_10627423	79615m-1928.1.2.3	10522910m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,00712664
smt_59542	49140m-1928.1.2.3	49139m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02327114
smt_10715103	89728m-1928.1.2.3	89727m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0471565
smt_56420	48145m-1928.1.2.3	48144m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03675586
smt_1552777	89911m-1928.3.1	89912m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,04203105
smt_59529	49126m-1928.1.2.3	49127m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03677499
smt_59400	48998m-1928.1.2.3	48999m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01034898
smt_59369	48967m-1928.1.2.3	48968m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03273099
smt_10809940	10364114m-1928.1.2.3	10651994m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0113278
smt_59246	48845m-1928.1.2.3	48846m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03952981
smt_10381288	48924m-1928.1.2.3	89709m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04678204
smt_1000605	49124m-1928.1.2.3	90104m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02003869
smt_56410	48135m-1928.1.2.3	48134m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04062572
smt_59507	49105m-1928.1.2.3	49104m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04898061
smt_10616749	10513491m-1928.1.2.3	10513492m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,0396228
smt_10545946	10464411m-1928.1.2.3	10144472m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06279336

smt_56458	48183m-1928.1.2.3	10225626m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04837182
smt_10440255	10373550m-1928.1.2.3	10116778m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03779403
smt_56485	48209m-1928.1.2.3	48210m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03716011
smt_59382	48980m-1928.1.2.3	48981m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02962895
smt_10799379	10644478m-1928.1.2.3	10644479m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,05074408
smt_10166388	10185479m-1928.1.2.3	10185478m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0397989
smt_10799378	10644477m-1928.1.2.3	10644478m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,04993234
smt_10751044	10603678m-1928.1.2.3	10603677m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04528996
smt_10407314	90393m-1928.1.2.3	10357013m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03456472
smt_59530	49127m-1928.1.2.3	49128m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03752552
smt_59329	48927m-1928.1.2.3	48928m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03938187
smt_59393	48991m-1928.1.2.3	10233042m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03583987
smt_10228017	10230480m-1928.1.2.3	10230478m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02181009
smt_59268	48866m-1928.1.2.3	48867m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04181474
smt_10322578	91673m-1928.1.2.3	91674m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02770568
smt_59330	48928m-1928.1.2.3	48929m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,01780438
smt_10300117	10088841m-1928.1.2.3	1042499m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02197703
smt_59835	49157m-1928.1.2.3	49158m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03372366
smt_10821816	10660782m-1928.1.2.3	10660781m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,04018577
smt_10697328	10573508m-1928.1.2.3	10573509m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03199704
smt_10737030	10600489m-1928.1.2.3	10600496m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03180066
smt_10737032	10600497m-1928.1.2.3	10600498m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03324179
smt_59372	48970m-1928.1.2.3	48971m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03847582
smt_10386950	49125m-1928.1.2.3	49124m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04615356
smt_10061172	48983m-1928.1.2.3	10072050m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04963534
smt_10207500	10216022m-1928.1.2.3	10091749m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04645138
smt_10822621	10579707m-1928.1.2.3	10661410m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02252728
smt_10697341	10573511m-1928.1.2.3	10573512m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01793964
smt_59408	48921m-1928.1.2.3	49007m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04095709
smt_10578388	10333064m-1928.1.2.3	10484766m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,04655391
smt_10701895	10576838m-1928.1.2.3	10464411m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01728295
smt_56404	10628375m-1928.1.2.3	10628371m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,03995441
smt_10762770	10618627m-1928.1.2.3	10618632m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03360162
smt_10275697	10267365m-1928.1.2.3	10267364m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02091937
smt_10228016	10230478m-1928.1.2.3	10230477m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02886466
smt_10470971	10412275m-1928s.1.2.3	10317637m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01416183
smt_10762855	10618627m-1928.1.2.3	10490646m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01081087
smt_10407311	10357011m-1928.1.2.3	10362236m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,00469803
smt_10751039	10603683m-1928.1.2.3	10603682m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04783838
smt_10277230	10268669m-1928.1.2.3	10268667m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03991739
smt_10210759	10219158m-1928.1.2.3	10486393m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04764326
smt_10210758	10219160m-1928.1.2.3	10219165m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06988086
smt_10773454	10623068m-1928.1.2.3	10623069m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02875653
smt_83204	66992m-1928.1.2.3	66993m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04038542
smt_10262317	10256262m-1928.1.2.3	1039759m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03922338

smt_10773453	10623067m-1928.1.2.3	10623068m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04183677
smt_10821809	10660789m-1928.1.2.3	10660788m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03926533
smt_59448	49041m-1928.1.2.3	49046m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04530046
smt_10762796	10618608m-1928.1.2.3	10618609m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02308144
smt_10275700	10267368m-1928.1.2.3	10267367m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01947922
smt_10762649	10618535m-1928.1.2.3	10618540m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03549051
smt_10485716	10423900m-1928.1.2.3	10423901m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02921969
smt_10275693	10267361m-1928.1.2.3	10267360m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02349793
smt_10737038	10600506m-1928.1.2.3	10600511m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04239707
smt_10207181	10176263m-1928.1.2.3	10033310m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03986015
smt_10616741	10513486m-1928.1.2.3	10513487m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03471207
smt_59373	48971m-1928.1.2.3	48972m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03768124
smt_59488	49084m-1928.1.2.3	49086m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01596031
smt_60738	49180m-1928s.1.2.3	10618637m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02110948
smt_10118210	10144470m-1928.1.2.3	10613510m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05136688
smt_10300122	10113908m-1928.1.2.3	1042495m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02178513
smt_10756942	10603662m-1928.1.2.3	10603661m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03820645
smt_10751037	10603685m-1928.1.2.3	10603684m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04730791
smt_10697311	48181m-1928s.1.2.3	10573489m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04318181
smt_59555	10668341m-1928.1.2.3	49152m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03887809
smt_10485700	10423889m-1928.1.2.3	10423896m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02729446
smt_59353	48951m-1928.1.2.3	48952m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02934325
smt_10210760	10219159m-1928.1.2.3	10333098m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03099204
smt_10210757	10219165m-1928.1.2.3	10219164m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07120617
smt_10210756	10219164m-1928.1.2.3	10219163m-1928s.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07006785
smt_10616747	10513489m-1928.1.2.3	10513490m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,04089472
smt_10300119	1042497m-1928.1.2.3	1042498m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03969003
smt_59336	48934m-1928.1.2.3	48935m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04078728
smt_10773466	10623075m-1928.1.2.3	10623074m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02764468
smt_10755010	10613510m-1928s.1.2.3	10144469m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05071206
smt_56489	48213m-1928.1.2.3	48214m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00782558
smt_10762767	10618622m-1928.1.2.3	10618623m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02930638
smt_10418054	10276882m-1928.1.2.3	10276883m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04743558
smt_1444332	90226m-1928.1.2.3	90227m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04086842
smt_59520	49117m-1928.1.2.3	49118m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04412059
smt_10332727	10311422m-1928.1.2.3	10311423m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0441689
smt_59517	49113m-1928.1.2.3	49115m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02416382
smt_10465615	10407463m-1928.1.2.3	10407419m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04087134
smt_1000739	48153m-1928.1.2.3	100327m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02356776
smt_10352232	10327491m-1928.1.2.3	10311419m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01512097
smt_59553	49151m-1928.1.2.3	49150m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04791717
smt_59380	48978m-1928.1.2.3	48979m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03520837
smt_59398	48996m-1928.1.2.3	10604140m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04089658
smt_56406	48131m-1928.1.2.3	10628377m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04358463
smt_10362489	10219159m-1928.1.2.3	10333096m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,05511572

smt_10146538	10168779m-1928.1.2.3	10168778m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02911873
smt_10715091	10586021m-1928s.1.2.3	10586022m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04408666
smt_10739028	10601969m-1928.1.2.3	10601970m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,05812358
smt_10401231	10361751m-1928.1.2.3	10127748m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03811145
smt_10207502	10216027m-1928.1.2.3	10091753m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04881918
smt_59539	49136m-1928.1.2.3	49137m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0402423
smt_127452	89093m-1928.1.2.3	89091m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04044962
smt_10359565	10333098m-1928.1.2.3	10219158m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04417715
smt_1504414	62962m-1928.1.2.3	62963m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03298971
smt_10445796	1154483m-1928.1.2.3	1004534m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04070892
smt_10486833	10424721m-1928.1.2.3	90109m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02355274
smt_56434	48159m-1928.1.2.3	48158m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03635281
smt_10228029	10230524m-1928.1.2.3	10230525m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02953854
smt_10737045	10600516m-1928.1.2.3	10600517m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0167083
smt_10275699	10267367m-1928.1.2.3	10267366m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02291862
smt_59504	49102m-1928.1.2.3	49094m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04612693
smt_59519	49115m-1928.1.2.3	49117m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04383191
smt_56433	48158m-1928.1.2.3	48157m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03785325
smt_10706888	48972m-1928s.1.2.3	10580586m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,0477383
smt_10821807	10660792m-1928.1.2.3	10660791m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03339684
smt_1508895	1042487m-1928.1.2.3	1042489m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04317981
smt_10228028	10230525m-1928.1.2.3	10230526m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02069706
smt_59442	49038m-1928.1.2.3	49040m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02220787
smt_10773456	10623070m-1928.1.2.3	10623071m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02718645
smt_10521923	10448187m-1928.1.2.3	10448186m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02743009
smt_10762682	10618541m-1928.1.2.3	10618542m-1928s.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04186178
smt_59852	49174m-1928s.1.2.3	49175m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03783426
smt_10228250	10230550m-1928.1.2.3	10230551m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10269186
smt_56443	10448186m-1928.1.2.3	10448185m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03702598
smt_10152957	10116788m-1928.1.2.3	10116786m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0227884
smt_10152956	10116786m-1928.1.2.3	10173515m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02875931
smt_10697282	10104469m-1928.1.2.3	10573520m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04620404
smt_10228025	10230505m-1928.1.2.3	10230504m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02970904
smt_10706976	10580586m-1928.1.2.3	48975m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,0103286
smt_1498941	1034660m-1928.1.2.3	1034661m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,04181184
smt_10273146	10148584m-1928.1.2.3	10265232m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04183367
smt_10693120	49032m-1928.1.2.3	10570900m-1928s.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03273645
smt_10438609	10373545m-1928.1.2.3	10373544m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03674022
smt_59455	49052m-1928.1.2.3	49053m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04197931
smt_10762738	10618611m-1928.1.2.3	998476m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02781486
smt_59525	49093m-1928.1.2.3	10585991m-1928s.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01794435
smt_10773448	10623064m-1928.1.2.3	10623065m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04690648
smt_59483	49081m-1928.1.2.3	49077m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04087452
smt_1000582	90106m-1928.1.2.3	10424721m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,01708785
smt_10154172	48975m-1928.1.2.3	10174381m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04115148

smt_10418055	10276881m-1928.1.2.3	10276882m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04586006
smt_10696666	10573125m-1928.1.2.3	79615m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03325356
smt_59328	48926m-1928.1.2.3	48927m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04329376
smt_10474309	10414896m-1928.1.2.3	10173512m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04265912
smt_10762735	10618610m-1928.1.2.3	10618611m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03395448
smt_56475	48200m-1928.1.2.3	48199m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04927083
smt_1444331	90225m-1928.1.2.3	90226m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,03968866
smt_10774068	89838m-1928.1.2.3	10174380m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04241337
smt_10069112	10085219m-1928.1.2.3	10085221m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08454875
smt_10715093	10586023m-1928.1.2.3	10586026m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0349687
smt_10756943	10603659m-1928.1.2.3	10603660m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04300497
smt_10123057	10148588m-1928.1.2.3	10170038m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03258089
smt_10762835	10618636m-1928.1.2.3	49174m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02989201
smt_10774100	10174379m-1928.1.2.3	89838m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03814939
smt_10154171	10174381m-1928.1.2.3	89846m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03831581
smt_83206	66998m-1928.1.2.3	66999m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03173784
smt_10762838	10618635m-1928.1.2.3	10618630m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0332624
smt_56479	10603659m-1928.1.2.3	48203m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03813278
smt_10762762	10618617m-1928.1.2.3	10618621m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03114335
smt_10578392	10484767m-1928.1.2.3	10484768m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,01652474
smt_59510	49108m-1928.1.2.3	49107m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04051533
smt_59845	49167m-1928s.1.2.3	49168m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04088514
smt_10332366	10311210m-1928.1.2.3	10159767m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,05281989
smt_10762631	10618532m-1928.1.2.3	1020887m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03652297
smt_56502	48227m-1928.1.2.3	48226m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04513342
smt_1504410	62954m-1928.1.2.3	62955m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03554399
smt_10322585	10303957m-1928.1.2.3	10303958m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04274072
smt_10234203	10234400m-1928.1.2.3	10234399m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0419069
smt_10737033	10600498m-1928.1.2.3	10600499m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03620762
smt_10073140	10091747m-1928.1.2.3	10216022m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0353705
smt_10131898	49138m-1928s.1.2.3	100177m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04440113
smt_10123056	10148593m-1928.1.2.3	10148585m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03884158
smt_10120537	1042478m-1928.1.2.3	10146492m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02219328
smt_10202906	10116780m-1928.1.2.3	10173521m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0178656
smt_10332724	10230465m-1928.1.2.3	10230467m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03803747
smt_59541	49139m-1928.1.2.3	49138m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,05821658
smt_10275698	10267366m-1928.1.2.3	10267365m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03050933
smt_10275701	10267324m-1928.1.2.3	10267368m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0173013
smt_10751040	10603682m-1928.1.2.3	10603681m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03775437
smt_10773462	10623104m-1928.1.2.3	10623078m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03100011
smt_59505	49103m-1928.1.2.3	49102m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03064687
smt_10228031	10230522m-1928.1.2.3	10230523m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02703821
smt_59350	48948m-1928.1.2.3	48949m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04351242
smt_59381	48979m-1928.1.2.3	48980m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03563325
smt_59365	48963m-1928.1.2.3	48964m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01677045

smt_56412	48137m-1928.1.2.3	48136m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,03951299
smt_59277	48875m-1928.1.2.3	48876m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04016587
smt_10822217	10660789m-1928.1.2.3	10660790m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02293501
smt_10773468	10623073m-1928.1.2.3	10623072m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04144148
smt_10756930	10603668m-1928.1.2.3	10603667m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03840456
smt_56409	48134m-1928.1.2.3	48133m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,03968513
smt_10636647	49043m-1928.1.2.3	10529789m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,02785119
smt_10762618	1034668m-1928.1.2.3	10618525m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04359644
smt_10322581	91665m-1928.1.2.3	91666m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03012337
smt_1464724	48930m-1928.1.2.3	48932m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01633884
smt_1528690	89727m-1928.1.2.3	48939m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,01088284
smt_59501	49096m-1928.1.2.3	49099m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01137117
smt_10196279	1020890m-1928.1.2.3	1020891m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04157804
smt_10275692	10267360m-1928.1.2.3	10267359m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02974351
smt_1504415	62963m-1928.1.2.3	1004856m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04173529
smt_10470983	10412271m-1928.1.2.3	10412272m-1928s.1.2.3	4_m_3_1_3	0,0031758
smt_59833	49154m-1928.1.2.3	10561536m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04253966
smt_10146539	10168780m-1928.1.2.3	10168779m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08698648
smt_59414	49012m-1928.1.2.3	49013m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03911913
smt_59415	49013m-1928.1.2.3	49014m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04220158
smt_10243539	1004848m-1928.1.2.3	1004856m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03525593
smt_56414	10468564m-1928.1.2.3	10628392m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,05084601
smt_59416	49014m-1928.1.2.3	49015m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04130819
smt_10407313	10357013m-1928.1.2.3	10357012m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04529472
smt_10362487	10333061m-1928.1.2.3	10333063m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,03887793
smt_59481	49078m-1928.1.2.3	49079m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04493632
smt_10821829	10660770m-1928.1.2.3	48858m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,0152558
smt_100737	49078m-1928.1.2.3	10573125m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01152714
smt_59347	48944m-1928.1.2.3	48946m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03923892
smt_1467435	89929m-1928.1.2.3	10484207m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04048373
smt_10146544	10168785m-1928.1.2.3	10364115m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04470953
smt_59397	48995m-1928s.1.2.3	10604139m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04417163
smt_10300120	1042496m-1928.1.2.3	1042497m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03967081
smt_59339	48937m-1928.1.2.3	48938m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04122863
smt_10821817	10660781m-1928.1.2.3	10660779m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03598839
smt_59267	48826m-1928.1.2.3	48866m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04281873
smt_10762763	10618621m-1928.1.2.3	10618622m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02596522
smt_10332725	10230464m-1928.1.2.3	10230465m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01977973
smt_59424	49021m-1928.1.2.3	49022m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03615517
smt_1481632	89782m-1928.1.2.3	89783m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04261134
smt_59511	49109m-1928.1.2.3	49108m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03010626
smt_56467	48190m-1928.1.2.3	10277484m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06244666
smt_59269	48867m-1928.1.2.3	48868m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04035937
smt_59543	49140m-1928.1.2.3	49141m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03575083
smt_10821806	10660793m-1928s.1.2.3	10660792m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03782081

smt_10821808	10660791m-1928.1.2.3	10660789m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03024804
smt_10228034	10230537m-1928.1.2.3	10230536m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02087243
smt_59390	48988m-1928.1.2.3	48989m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0819698
smt_10275695	10267363m-1928.1.2.3	10267362m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0218822
smt_59342	48940m-1928.1.2.3	48941m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03956096
smt_59536	49132m-1928.1.2.3	49134m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03458312
smt_83210	48848m-1928.1.2.3	62934m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04200565
smt_83208	67000m-1928.1.2.3	62951m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03305442
smt_1504413	62959m-1928.1.2.3	62962m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03366514
smt_56407	48132m-1928.1.2.3	48131m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04404941
smt_10046153	10046576m-1928.1.2.3	10046578m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08542552
smt_1000730	100326m-1928.1.2.3	48147m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,01527362
smt_56474	48199m-1928.1.2.3	48198m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03408391
smt_10332364	10311212m-1928.1.2.3	10311213m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03036517
smt_10756929	10603673m-1928.1.2.3	10603668m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03881265
smt_10578390	10484766m-1928.1.2.3	10484767m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,04110844
smt_10762831	10618588m-1928.1.2.3	10618637m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03155543
smt_59231	48829m-1928.1.2.3	48831m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0745077
smt_1552781	89915m-1928.3.1	89916m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,04213956
smt_83211	62934m-1928.1.2.3	62935m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,040189
smt_10751045	10603677m-1928.1.2.3	10603676m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04286948
smt_10228030	10230523m-1928.1.2.3	10230524m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04117824
smt_59441	49038m-1928.1.2.3	49039m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01138544
smt_10332723	10230467m-1928.1.2.3	10267359m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0107213
smt_10322577	91674m-1928.1.2.3	91675m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03646707
smt_127451	90393m-1928.1.2.3	89093m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04858352
smt_10234202	10234399m-1928.1.2.3	10234398m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04167914
smt_56468	48193m-1928.1.2.3	48183m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02097762
smt_59358	48956m-1928.1.2.3	48957m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03949611
smt_10821819	10660777m-1928.1.2.3	10660776m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03803764
smt_56501	48226m-1928.1.2.3	48225m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10163034
smt_10228252	10230551m-1928.1.2.3	10230552m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,09894912
smt_56524	48248m-1928.1.2.3	48249m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04467341
smt_10234209	10230551m-1928.1.2.3	10234405m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05377885
smt_10676330	10268673m-1928.1.2.3	10558743m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,04680158
smt_59232	48829m-1928.1.2.3	10660796m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,22222352
smt_10445791	90269m-1928.1.2.3	90270m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03803675
smt_10228021	10230491m-1928.1.2.3	10230492m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02870013
smt_56411	48136m-1928.1.2.3	48135m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04062471
smt_59421	49018m-1928.1.2.3	49019m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04097338
smt_1467436	89928m-1928.1.2.3	89929m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0398806
smt_10146536	10168777m-1928.1.2.3	10168772m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07082033
smt_10069109	49010m-1928.1.2.3	10085215m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,007239
smt_10118219	10144479m-1928.1.2.3	10284737m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04396045
smt_10071430	10089055m-1928.1.2.3	1039758m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10407166

smt_59319	48881m-1928.1.2.3	48918m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04016241
smt_59410	49008m-1928.1.2.3	49009m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04200185
smt_56421	48146m-1928.1.2.3	48145m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04206754
smt_56454	48179m-1928.1.2.3	48178m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03997911
smt_10069103	49009m-1928.1.2.3	10085203m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00516636
smt_10445794	1004533m-1928.1.2.3	1004532m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04071996
smt_59846	49168m-1928.1.2.3	49169m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03399314
smt_10762626	10618532m-1928s.1.2.3	10370392m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,0350552
smt_59431	49028m-1928.1.2.3	49029m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04275567
smt_59334	48931m-1928s.1.2.3	48933m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06993465
smt_10424479	10373555m-1928.1.2.3	90434m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0701873
smt_10300123	1042494m-1928.1.2.3	10113908m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0222549
smt_59392	48990m-1928.1.2.3	48991m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0411854
smt_10259485	10253987m-1928.1.2.3	10253986m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,06423723
smt_10289564	10072050m-1928.1.2.3	10278514m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01418898
smt_59491	49089m-1928.1.2.3	49085m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04162036
smt_10627422	10522910m-1928s.1.2.3	10522913m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,01749346
smt_56446	48171m-1928.1.2.3	48170m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03031566
smt_59368	48964m-1928.1.2.3	48967m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03876681
smt_10762731	10618606m-1928.1.2.3	10618607m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03239094
smt_1552784	1131916m-1928.3.1	1131917m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,10194581
smt_10756937	10610727m-1928s.1.2.3	48217m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06299828
smt_10762615	10203540m-1928.1.2.3	1034668m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03348422
smt_10762768	10618623m-1928.1.2.3	10618625m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0291442
smt_1552776	89908m-1928.3.1	89911m-1928s.3.1	5_m_2_1_2	0,03906698
smt_10474261	10414865m-1928.1.2.3	10230553m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0678305
smt_59426	49023m-1928.1.2.3	49024m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01537557
smt_59429	49026m-1928.1.2.3	49027m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01570564
smt_10680395	10561536m-1928s.1.2.3	49156m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01597237
smt_10234208	10234405m-1928.1.2.3	10234404m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03066742
smt_10707199	10215640m-1928.1.2.3	10580673m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,02217224
smt_56448	48173m-1928.1.2.3	48172m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03550743
smt_10512074	10441674m-1928.1.2.3	10441673m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0258349
smt_10486918	10424819m-1928.1.2.3	10424844m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02252688
smt_10741814	10604140m-1928.1.2.3	48997m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03249101
smt_10507728	10410250m-1928.1.2.3	10407331m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02238678
smt_10046152	1039759m-1928.1.2.3	10046576m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08488379
smt_59446	49043m-1928.1.2.3	49044m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03284748
smt_10336320	49015m-1928.1.2.3	10314198m-1928s.1.2.3	37_m_3_1_3	0,01111624
smt_10697324	10573493m-1928.1.2.3	10573494m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04157408
smt_56471	48196m-1928.1.2.3	48195m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03249934
smt_59500	49096m-1928.1.2.3	49098m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00587061
smt_10234204	10234401m-1928.1.2.3	10234400m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03534738
smt_1446980	994129m-1928.1.2.3	48848m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02039467
smt_59386	48984m-1928.1.2.3	48985m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02840739

smt_59263	48862m-1928.1.2.3	48863m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04511666
smt_10073143	10091753m-1928.1.2.3	10216029m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02845676
smt_59832	49154m-1928.1.2.3	49155m-1928s.1.2.3	1_m_3_1_3	0,07942733
smt_10473536	48987m-1928.1.2.3	10414299m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03445779
smt_10069111	10085217m-1928.1.2.3	10085219m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08480718
smt_10073137	10091745m-1928.1.2.3	48161m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02131801
smt_10073139	10091745m-1928s.1.2.3	10441674m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02614701
smt_59836	49158m-1928.1.2.3	49159m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05324778
smt_56430	48155m-1928.1.2.3	48154m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04022264
smt_56456	48181m-1928.1.2.3	48180m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02997958
smt_1467432	1004731m-1928.1.2.3	90024m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04799134
smt_10405713	10360893m-1928.1.2.3	10360892m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04261749
smt_10821821	10660775m-1928.1.2.3	10660774m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,0359411
smt_10762729	10618605m-1928.1.2.3	10618606m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02692488
smt_10616746	10513489m-1928s.1.2.3	48958m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,02746033
smt_10152952	10173512m-1928.1.2.3	10173511m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02896001
smt_10715090	10586020m-1928.1.2.3	10586021m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,06866005
smt_10752531	10600519m-1928.1.2.3	10303957m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04096389
smt_1508892	1042481m-1928.1.2.3	1042485m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03718083
smt_10069110	10085215m-1928.1.2.3	10185479m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05223499
smt_10118216	10144476m-1928.1.2.3	10144475m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,09624601
smt_10697286	1042477m-1928.1.2.3	10573519m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03241124
smt_59433	49030m-1928.1.2.3	49031m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03687709
smt_10152954	10173514m-1928.1.2.3	10173513m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05972005
smt_10090236	10116778m-1928s.1.2.3	10276887m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02899758
smt_10715096	1004714m-1928.1.2.3	10586028m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02302312
smt_10275704	10230466m-1928.1.2.3	10267339m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02803784
smt_59516	49113m-1928.1.2.3	49114m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02938065
smt_10332369	10046578m-1928.1.2.3	10311213m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,028551
smt_10462398	10404527m-1928.1.2.3	10404528m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04317149
smt_10545947	10464417m-1928.1.2.3	10144477m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04611667
smt_10762788	10618591m-1928.1.2.3	10618592m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03291339
smt_10699400	10575097m-1928.1.2.3	10575105m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,04183174
smt_56470	48195m-1928.1.2.3	48194m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03944536
smt_1000729	48151m-1928.1.2.3	100326m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02863893
smt_1452177	90333m-1928.1.2.3	998476m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02198772
smt_10697342	10573512m-1928.1.2.3	10573513m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04444935
smt_59229	48827m-1928.1.2.3	48829m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,07151008
smt_10146540	10168781m-1928.1.2.3	10168780m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08942702
smt_10697321	10573490m-1928.1.2.3	10573491m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04668652
smt_10445788	1004530m-1928.1.2.3	1004531m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04055594
smt_59480	49076m-1928.1.2.3	49078m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02267201
smt_10737046	10600517m-1928.1.2.3	10600518m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04321068
smt_10773463	10623078m-1928.1.2.3	10623077m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03769734
smt_1000735	91629m-1928.1.2.3	91630m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03519125

smt_10322580	91666m-1928.1.2.3	91667m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03896283
smt_10228253	10230552m-1928.1.2.3	10414865m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03486667
smt_10228254	10230553m-1928.1.2.3	10230554m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10200062
smt_10462433	10404529m-1928.1.2.3	10404540m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04076106
smt_10821820	10660776m-1928.1.2.3	10660775m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03644687
smt_10762758	998476m-1928.1.2.3	90371m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03435533
smt_10833811	10670409m-1928.1.2.3	49105m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02211968
smt_10418064	1002829m-1928.1.2.3	1002830m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04271465
smt_10751038	10603684m-1928.1.2.3	10603683m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0385695
smt_10762613	1034669m-1928.1.2.3	10203540m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04811299
smt_10762720	10618588m-1928.1.2.3	10618589m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02795941
smt_10799888	10628404m-1928s.1.2.3	10644875m-1928.1.2.3	69_m_3_1_3	0,01116627
smt_10120538	10146493m-1928.1.2.3	1042478m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0518294
smt_10822216	10660792m-1928.1.2.3	66992m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02033283
smt_60717	msu01v3.1.2.3	10412271m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01402096
smt_10756939	10603666m-1928.1.2.3	10610727m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04606629
smt_1446400	993689m-1928.1.2.3	48930m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04310953
smt_10751033	91674m-1928.1.2.3	10603688m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02693156
smt_10438612	10116772m-1928.1.2.3	10373547m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03033092
smt_1000580	90104m-1928.1.2.3	90105m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03743126
smt_59847	90333m-1928.1.2.3	49170m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03574372
smt_1481631	89781m-1928.1.2.3	89782m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04027454
smt_1504408	10660773m-1928.1.2.3	62954m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02317962
smt_1504411	62955m-1928.1.2.3	62958m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03503141
smt_10300118	1042498m-1928.1.2.3	10088841m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02077985
smt_10322579	91667m-1928.1.2.3	91673m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02601275
smt_59361	48959m-1928.1.2.3	48960m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03987259
smt_59325	48923m-1928.1.2.3	48924m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04012768
smt_59554	49152m-1928.1.2.3	49151m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02871991
smt_59444	49040m-1928.1.2.3	49042m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0277818
smt_10699398	49145m-1928.1.2.3	10575097m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03352595
smt_10005934	48123m-1928.1.2.3	10396169m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03370399
smt_10751041	10603681m-1928.1.2.3	10603680m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04752474
smt_10715087	10586014m-1928.1.2.3	10586018m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04091278
smt_10636649	10529791m-1928.1.2.3	10529793m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,03615613
smt_10259486	10253990m-1928.1.2.3	10253987m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03770356
smt_10837969	10618637m-1928.1.2.3	10618582m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,0206597
smt_1467439	49032m-1928.1.2.3	89927m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04438374
smt_59338	48957m-1928.1.2.3	48937m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04477469
smt_10616751	10513493m-1928.1.2.3	10513495m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,03916989
smt_56432	48157m-1928.1.2.3	48156m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04570782
smt_56429	48154m-1928.1.2.3	48153m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04345502
smt_59243	48842m-1928.1.2.3	48843m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04290414
smt_59851	49173m-1928.1.2.3	10618636m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01173438
smt_10322583	1109241m-1928.1.2.3	1109240m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04081863

smt_10277233	10268672m-1928.1.2.3	10268670m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04529543
smt_59402	49000m-1928.1.2.3	49001m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07345662
smt_10485725	10423904m-1928.1.2.3	10423906m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,00614813
smt_56415	48140m-1928.1.2.3	10468564m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02843559
smt_59270	48868m-1928.1.2.3	48869m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04682676
smt_1000738	100327m-1928.1.2.3	48152m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0163573
smt_59551	49149m-1928.1.2.3	49148m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03468297
smt_59403	49001m-1928.1.2.3	49002m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07256585
smt_10773464	10623077m-1928.1.2.3	10623076m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0333431
smt_10152955	10173515m-1928.1.2.3	10359064m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02340376
smt_10322584	10303957m-1928.1.2.3	1109241m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04061285
smt_59406	49004m-1928.1.2.3	49005m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08115859
smt_56472	48197m-1928.1.2.3	48196m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03028732
smt_10697350	10573508m-1928s.1.2.3	48190m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,00659392
smt_1444329	90222m-1928.1.2.3	90224m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,03337912
smt_59343	48941m-1928.1.2.3	48942m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03957718
smt_10273143	10265230m-1928.1.2.3	10148591m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03445145
smt_1552780	89914m-1928.3.1	89915m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,0421388
smt_127449	49121m-1928.1.2.3	90094m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0254581
smt_10762721	10618589m-1928.1.2.3	10618591m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02408884
smt_56452	48177m-1928.1.2.3	48176m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03825528
smt_10061173	10072050m-1928.1.2.3	10072052m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01375474
smt_10756940	10610727m-1928.1.2.3	10603665m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02838329
smt_59275	48873m-1928.1.2.3	10317881m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04106178
smt_10756944	10603661m-1928.1.2.3	10603660m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04138143
smt_59844	10634959m-1928.1.2.3	49167m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0359083
smt_10068506	10490654m-1928.1.2.3	49069m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04250137
smt_10551403	10168772m-1928.1.2.3	10467790m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,01967328
smt_10146541	10168782m-1928.1.2.3	10168781m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08120874
smt_10775737	10628402m-1928.1.2.3	10628404m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,03044608
smt_10474277	10414865m-1928.1.2.3	10414868m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0399069
smt_10773447	10623063m-1928.1.2.3	10623064m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04015412
smt_59453	49048m-1928.1.2.3	49051m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03721126
smt_56440	10628402m-1928.1.2.3	48164m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03592809
smt_1466223	997391m-1928.1.2.3	100176m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0052228
smt_10799377	10268669m-1928.1.2.3	10644477m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,06049031
smt_59383	48981m-1928.1.2.3	48982m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0294045
smt_10773461	10623079m-1928.1.2.3	10623104m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03215264
smt_10207188	10033310m-1928.1.2.3	10215642m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03948189
smt_1552778	89912m-1928.3.1	89913m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,04288112
smt_10773431	10623059m-1928s.1.2.3	10623060m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03003533
smt_10697322	10573491m-1928.1.2.3	10573492m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04824209
smt_10697343	10573513m-1928.1.2.3	10573514m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03989505
smt_10445790	90270m-1928.1.2.3	90271m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03246217
smt_10748689	48134m-1928s.1.2.3	10544469m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,00424933

smt_10120536	10146492m-1928.1.2.3	1042480m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04761834
smt_10407312	10357012m-1928.1.2.3	10357011m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04183208
smt_10821824	10660771m-1928.1.2.3	10660770m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03246039
smt_10146545	1042475m-1928.1.2.3	10168785m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04418777
smt_59281	48879m-1928.1.2.3	48880m-1928s.1.2.3	43_m_3_1_3	0,00927188
smt_1498938	1020889m-1928.1.2.3	1034660m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,04595716
smt_1552785	1131917m-1928.3.1	1131918m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,08146625
smt_10751036	10603686m-1928.1.2.3	10603685m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04127668
smt_10715105	89746m-1928.1.2.3	89747m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03913684
smt_10762734	10618609m-1928.1.2.3	10618610m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03143368
smt_10715106	89747m-1928.1.2.3	10586033m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03982554
smt_10715108	10586037m-1928.1.2.3	10586038m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,05247403
smt_60740	49154m-1928.1.2.3	10668341m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03075084
smt_10438611	10373547m-1928.1.2.3	10373546m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0304574
smt_1000502	100181m-1928.1.2.3	100182m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03729296
smt_1552779	89913m-1928.3.1	89914m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,04134966
smt_59489	49084m-1928.1.2.3	49087m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05382727
smt_59498	49092m-1928.1.2.3	49096m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0378235
smt_10762727	10618601m-1928.1.2.3	10618605m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03101604
smt_56438	48163m-1928.1.2.3	48162m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03626673
smt_59518	49113m-1928.1.2.3	49116m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02795448
smt_10438614	10373549m-1928.1.2.3	10601969m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01135815
smt_10636648	10529789m-1928.1.2.3	10529791m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,02405345
smt_10762833	10618595m-1928.1.2.3	49177m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02312048
smt_59434	49031m-1928.1.2.3	49032m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,03919824
smt_10465612	10407463m-1928.1.2.3	10234398m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04178786
smt_59352	48950m-1928.1.2.3	48951m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04165898
smt_1467433	90023m-1928.1.2.3	90024m-1928s.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04191377
smt_56473	48198m-1928.1.2.3	48197m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0465265
smt_1444330	90224m-1928.1.2.3	90225m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,04179074
smt_59395	48992m-1928.1.2.3	48994m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05216417
smt_59324	48922m-1928.1.2.3	48923m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03964723
smt_10762761	10618615m-1928.1.2.3	10618617m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02850501
smt_10228026	10230549m-1928.1.2.3	10230505m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02657115
smt_10739027	10601969m-1928.1.2.3	10373548m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02206155
smt_59837	49159m-1928.1.2.3	10490646m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00815518
smt_10418062	879859m-1928.1.2.3	90434m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0383692
smt_59271	48869m-1928.1.2.3	48870m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04454172
smt_10762650	10618540m-1928.1.2.3	10618541m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03070866
smt_10228036	10230549m-1928.1.2.3	10230548m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02356622
smt_59272	48870m-1928.1.2.3	10595835m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,01016696
smt_59672	51460m-1928.1.2.3	10412275m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,00428634
smt_59853	49175m-1928.1.2.3	10490660m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02653336
smt_10821810	10660788m-1928.1.2.3	10660787m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,04073657
smt_10243537	1004851m-1928.1.2.3	1004850m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02182641

smt_10118213	10144473m-1928.1.2.3	10576838m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04463227
smt_10232735	10233042m-1928.1.2.3	48992m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04253248
smt_1552783	89917m-1928.3.1	1131916m-1928.3.1	5_m_2_1_2	0,09147898
smt_10737031	10600496m-1928.1.2.3	10600497m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03656398
smt_56486	48210m-1928.1.2.3	48211m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03210871
smt_1498945	1034669m-1928.1.2.3	1034670m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,00510148
smt_10773452	10623066m-1928.1.2.3	10623067m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04446268
smt_59449	49046m-1928.1.2.3	49047m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03447102
smt_10228020	10230492m-1928.1.2.3	10230490m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05951513
smt_10701897	10576839m-1928.1.2.3	10576840m-1928.1.2.3	51_m_3_1_3	0,02564814
smt_10697345	10573518m-1928.1.2.3	1042475m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03406993
smt_10697283	10573520m-1928.1.2.3	1042477m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03172923
smt_1466222	1001314m-1928.1.2.3	997391m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02386051
smt_59266	10589703m-1928.1.2.3	48123m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04911387
smt_59531	49128m-1928.1.2.3	10352732m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01716346
smt_59521	49118m-1928.1.2.3	49119m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0189601
smt_10228257	10230554m-1928.1.2.3	10230555m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10105284
smt_59378	10580586m-1928.1.2.3	48977m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02429328
smt_10706984	10580586m-1928.1.2.3	48976m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,02779037
smt_56422	48147m-1928.1.2.3	48146m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03457515
smt_59379	48977m-1928.1.2.3	48978m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04115519
smt_59548	49145m-1928.1.2.3	49146m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04933622
smt_59401	48998m-1928.1.2.3	49000m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,07878454
smt_59435	49032m-1928.1.2.3	49033m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03413418
smt_59226	48123m-1928.1.2.3	48826m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04005701
smt_10756927	10603676m-1928.1.2.3	10603675m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03379722
smt_59357	48955m-1928s.1.2.3	48956m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04749986
smt_10380090	10348703m-1928.1.2.3	1004731m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02462267
smt_10340707	10317881m-1928.1.2.3	48245m-1928s.1.2.3	28_m_3_1_3	0,00487418
smt_1000498	100177m-1928.1.2.3	100178m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03606195
smt_10762633	10464419m-1928.1.2.3	1020886m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03278465
smt_10156856	49145m-1928.1.2.3	10176562m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03481217
smt_10321239	10302953m-1928.1.2.3	10607606m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,033008
smt_10332367	10311209m-1928.1.2.3	10311210m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03165513
smt_59523	49120m-1928.1.2.3	49121m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02135888
smt_10762753	10618612m-1928.1.2.3	10618613m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02920697
smt_10756928	10603675m-1928.1.2.3	10603673m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04806961
smt_1000500	100179m-1928.1.2.3	100180m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0398347
smt_10762795	10618607m-1928.1.2.3	10618608m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02433503
smt_59384	48982m-1928.1.2.3	48983m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03583242
smt_10073141	10091749m-1928.1.2.3	10216025m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0359834
smt_56487	48211m-1928.1.2.3	48212m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02924617
smt_10715095	10586027m-1928.1.2.3	1004714m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01668438
smt_10697329	10573509m-1928.1.2.3	10573511m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03368371
smt_10762769	10618625m-1928.1.2.3	10618627m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,0224131

smt_59262	48861m-1928.1.2.3	48862m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04558864
smt_10154169	10174378m-1928s.1.2.3	10174380m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,05757434
smt_10462399	10404528m-1928.1.2.3	10404529m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04127945
smt_10773469	10623072m-1928.1.2.3	10626351m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03630421
smt_10762771	10618632m-1928.1.2.3	10618634m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02808705
smt_10437601	10386035m-1928.1.2.3	10173510m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03880643
smt_10762754	10618613m-1928.1.2.3	10618614m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02590438
smt_1508894	1042486m-1928.1.2.3	1042487m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03714714
smt_10228260	10230556m-1928.1.2.3	10144469m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02281414
smt_10346086	10322395m-1928.1.2.3	48990m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04121462
smt_10822620	48921m-1928.1.2.3	10661410m-1928.1.2.3	58_m_3_1_3	0,03765861
smt_56405	10628377m-1928.1.2.3	10628375m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,03925259
smt_1508900	1042493m-1928.1.2.3	1042494m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04395991
smt_10146537	10168778m-1928.1.2.3	10168777m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04284891
smt_10118214	10144474m-1928.1.2.3	10219163m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,08153904
smt_10705883	10579707m-1928s.1.2.3	48922m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,01729256
smt_10774067	10623071m-1928.1.2.3	10174379m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03254385
smt_10715107	10586033m-1928.1.2.3	10586037m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02374836
smt_10737035	10600500m-1928.1.2.3	10600504m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04157137
smt_59280	48878m-1928.1.2.3	10362257m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,02425564
smt_59349	48936m-1928.1.2.3	48948m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03961717
smt_59856	10618581m-1928.1.2.3	10618580m-1928.1.2.3	70_m_3_1_3	0,03586618
smt_10234207	10234404m-1928.1.2.3	10234403m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04114777
smt_10762619	10618525m-1928.1.2.3	1034662m-1928s.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04046044
smt_1467437	89927m-1928.1.2.3	89928m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0427184
smt_56455	48180m-1928.1.2.3	48179m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03342998
smt_10147904	10170036m-1928.1.2.3	10148588m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03319353
smt_10473537	10414299m-1928.1.2.3	10414302m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03028601
smt_10739614	10333096m-1928.1.2.3	10602343m-1928.1.2.3	41_m_3_1_3	0,02125409
smt_59227	49611m-1928.1.2.3	48827m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,05583957
smt_10438613	10373548m-1928.1.2.3	10116772m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,0362119
smt_59506	49104m-1928.1.2.3	49103m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04776033
smt_1528692	48938m-1928.1.2.3	89727m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03284855
smt_10462393	49185m-1928.1.2.3	10404526m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04242747
smt_10822627	10660784m-1928.1.2.3	10660785m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,01767175
smt_10551405	10467790m-1928.1.2.3	10467792m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,01102356
smt_10332730	10311419m-1928.1.2.3	10311420m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04154634
smt_10699402	10575111m-1928.1.2.3	49141m-1928.1.2.3	47_m_3_1_3	0,01992383
smt_10762790	10618592m-1928.1.2.3	10618598m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02887004
smt_59260	48859m-1928.1.2.3	48860m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04380737
smt_10821814	10660784m-1928.1.2.3	10660783m-1928.1.2.3	43_m_3_1_3	0,03554494
smt_1504412	62958m-1928.1.2.3	62959m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03628582
smt_59420	49016m-1928.1.2.3	49018m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04017879
smt_10290141	48984m-1928.1.2.3	10278991m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01622918
smt_59387	48985m-1928.1.2.3	48986m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,0377012

smt_10418063	1002830m-1928.1.2.3	879859m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04854268
smt_59494	49091m-1928.1.2.3	49092m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04489395
smt_10773433	10623061m-1928.1.2.3	10623062m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,03018739
smt_10068505	49071m-1928.1.2.3	10490654m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04280449
smt_59495	49091m-1928.1.2.3	49093m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,06353819
smt_10756931	10603667m-1928.1.2.3	10603666m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04476532
smt_10152942	10116784m-1928.1.2.3	10173520m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04765504
smt_59259	48858m-1928.1.2.3	48859m-1928.1.2.3	10_m_3_1_3	0,04416709
smt_10405714	10360894m-1928.1.2.3	10360893m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04315689
smt_10809941	10651994m-1928.1.2.3	10168783m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01136184
smt_1508889	1042477m-1928.1.2.3	10146493m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,01797826
smt_59496	49094m-1928.1.2.3	49091m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04224603
smt_59405	49003m-1928.1.2.3	49004m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,09477675
smt_10322582	1109240m-1928.1.2.3	91665m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04353818
smt_83209	62951m-1928.1.2.3	67001m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,03969709
smt_10486922	10424845m-1928.1.2.3	10424846m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,01839604
smt_59535	49131m-1928.1.2.3	49133m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03717714
smt_56418	48143m-1928.1.2.3	48142m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,04031268
smt_59242	10660785m-1928.1.2.3	48842m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03303924
smt_10332732	10311417m-1928.1.2.3	10311418m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03158501
smt_10146543	10168784m-1928.1.2.3	10364114m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04580423
smt_10697327	10573507m-1928.1.2.3	10573508m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,02538692
smt_10405715	10104469m-1928.1.2.3	10360894m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03957893
smt_56403	10628371m-1928.1.2.3	48127m-1928.1.2.3	50_m_3_1_3	0,04520243
smt_1481630	89780m-1928.1.2.3	89781m-1928.1.2.3	11_m_3_1_3	0,0375439
smt_10773458	48966m-1928.1.2.3	10623081m-1928.1.2.3	42_m_3_1_3	0,04343405
smt_56488	48212m-1928.1.2.3	48213m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0270454
smt_10362486	10333063m-1928.1.2.3	10333064m-1928.1.2.3	33_m_3_1_3	0,04305283
smt_10273145	10265232m-1928.1.2.3	10265231m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04080215
smt_10123060	10148595m-1928.1.2.3	10148594m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06435216
smt_10219453	10225626m-1928.1.2.3	48181m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,02211508
smt_10473539	10414287m-1928.1.2.3	10414292m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03336036
smt_10118217	10144477m-1928.1.2.3	10144476m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,10923976
smt_10228247	10230549m-1928.1.2.3	10230550m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04225346
smt_59445	49042m-1928.1.2.3	49043m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,04368729
smt_10322576	91675m-1928s.1.2.3	10663090m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,02918994
smt_10146542	10168783m-1928.1.2.3	10168782m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,03219888
smt_10424476	1002829m-1928.1.2.3	1034669m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03603579
smt_59556	49179m-1928.1.2.3	49180m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,0249791
smt_10473538	10414302m-1928.1.2.3	10414287m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,03242222
smt_59478	49075m-1928s.1.2.3	49076m-1928.1.2.3	5_m_3_1_3	0,06137182
smt_10300121	1042495m-1928.1.2.3	1042496m-1928.1.2.3	28_m_3_1_3	0,04395994
smt_127450	90094m-1928.1.2.3	90393m-1928.1.2.3	1_m_3_1_3	0,02302228