

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Konrad Erich Kork Schmitt

**METODOLOGIA PARA CONTROLE DE REGULADORES DE
TENSÃO EM REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO
SIMULAÇÃO DIGITAL EM TEMPO REAL**

Santa Maria, RS, Brasil

2019

Konrad Erich Kork Schmitt

**METODOLOGIA PARA CONTROLE DE REGULADORES DE TENSÃO EM
REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO SIMULAÇÃO
DIGITAL EM TEMPO REAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Engenheiro Eletricista**.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciane Neves Canha

Santa Maria, RS, Brasil

2019

Konrad Erich Kork Schmitt

**METODOLOGIA PARA CONTROLE DE REGULADORES DE TENSÃO EM
REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO SIMULAÇÃO
DIGITAL EM TEMPO REAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Engenheiro Eletricista**.

Aprovado em 03 de julho de 2019:

Luciane Neves Canha, Dr^a. Eng. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Paulo Ricardo da Silva Pereira, Dr. Eng. (UNISINOS)

Adriano Peres de Moraes, Dr. Eng. (UFSM)

Santa Maria, RS, Brasil

2019

Dedico este trabalho ao meu pai, Claudio Irineu Schmitt, à minha mãe, Rosemarie Kork Schmitt, e ao meu irmão, William Kork Schmitt, por toda paciência, apoio e compreensão que tiveram ao longo de toda trajetória.

Ao meu avô, Erich Ludwig Carlos Kork, o qual só pude realmente conhecer através dos seus engenhosos manuscritos.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e de todos, agradeço aos meus pais, Claudio Irineu Schmitt e Rosemarie Kork Schmitt, por terem me proporcionado as melhores oportunidades e condições de estudo possíveis, independentemente do esforço que fosse necessário. Por terem formado meu caráter de forma simples, mas com determinação, dedicação e ética. Sou eternamente grato a vocês.

Ao meu irmão, William Kork Schmitt, pelo exemplo de pessoa e profissional que se tornou, sendo hoje a minha maior referência. Por sempre ter me aconselhado, e principalmente, por sempre ter me acompanhado nas situações difíceis. Agradeço de coração por tudo.

Aos velhos amigos que tenho a satisfação de conviver desde a época do colégio. Os quais sempre pude contar, não só nos momentos bons, mas também nos mais complicados. Terei o prazer de levar essas amizades para toda a minha vida.

À minha professora orientadora, Luciane Neves Canha, a qual, além de orientadora, se mostrou uma grande tutora ao longo de todo meu trajeto acadêmico, me abrindo inúmeras portas e me aconselhando profissionalmente. Serei sempre grato por todas essas oportunidades.

Aos amigos e colegas de grupo de pesquisa Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência (CEESP) e Capítulo Estudantil IEEE PES UFSM, os quais sempre se mostraram dispostos a contribuir com meu desenvolvimento acadêmico, pessoal e profissional, assim como em ajudar no desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) Chamada Estratégica P021/2016, COPEL-DIS (PD 2866-0462/2016), o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do programa PIBIC, PQ 1-D 310761/2018-2 (CNPq processo 465640/2014-1, CAPES processo nº. 23038.000776/2017-54 e FAPERGS 17/2551-0000517-1). À Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-D) pelo projeto ANEEL R&D Código PD-5707-4301/2015. Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES / PROEX) - Código Financeiro 001.

Agradeço também ao INCTGD por toda infraestrutura disponibilizada, aspecto que foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço especial às empresas Tap Eletro Sistemas e OPAL-RT Technologies pela parceria, colaboração e compromisso com este estudo.

“No meio da confusão, encontre a simplicidade.
A partir da discórdia, encontre a harmonia. No
meio da dificuldade reside a oportunidade.”

(Albert Einstein)

“O homem que faz mais do que ele é pago em
breve será pago por mais do que ele faz.”

(Napoleon Hill)

RESUMO

METODOLOGIA PARA CONTROLE DE REGULADORES DE TENSÃO EM REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO SIMULAÇÃO DIGITAL EM TEMPO REAL

AUTOR: KONRAD ERICH KORK SCHMITT
ORIENTADORA: LUCIANE NEVES CANHA

Ao longo do seu transporte, desde a geração até o consumo final nas residências, a energia elétrica apresenta flutuações nos seus níveis de tensão. Essas variações são naturais e proporcionadas pelo próprio sistema, porém sem eficazes correções, esse efeito se torna prejudicial aos consumidores. De forma a regulamentarizar essa energia, as concessionárias são submetidas a normas impostas pelos agentes regulatórios, onde são definidos níveis adequados de tensão. O conceito de redes inteligentes vem trazendo uma maior dinâmica aos sistemas de distribuição, exigindo cada vez mais dos tradicionais métodos de controle e desafiando o desenvolvimento de novas topologias. Nesse contexto, o presente estudo apresenta uma metodologia de controle global de reguladores de tensão que visa ajustar a posição de TAP desses equipamentos para melhorar a operação e corrigir o perfil de tensão de todo alimentador. Essa metodologia é baseada em um meio de comunicação formado entre os reguladores e o sistema supervisor SCADA, capaz de receber informações e retornar comandos. O controle global utiliza das medições realizadas pelos equipamentos para aplicar cálculos iterativos que buscam conseguir entender o impacto que cada mudança de TAP proporcionará à rede, antes de efetivar o comando. A validação da proposta é feita através de simulações digitais em tempo real, onde se compara a eficiência operacional desses equipamentos quando eles são submetidos a um controle local, atual método utilizado pelas concessionárias, e a um controle global. A análise global se divide em dois cenários, sendo que um deles considera que a comunicação entre os equipamentos e o supervisor é dada de forma contínua. Já no outro cenário, entende-se que esse meio de comunicação pode apresentar falhas, de forma que os equipamentos sejam submetidos a controles locais e globais dentro de um mesmo dia de análise.

Palavras-chave: Controle de tensão. Redes Elétricas Inteligentes. Reguladores de tensão. Simulação digital em tempo real. Sistemas de Distribuição.

ABSTRACT

METHODOLOGY FOR VOLTAGE REGULATORS CONTROL IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORKS USING REAL-TIME DIGITAL SIMULATION

AUTHOR: KONRAD ERICH KORK SCHMITT

ADVISOR: LUCIANE NEVES CANHA

Throughout its transportation, from generation to final consumption, the electrical energy fluctuates its voltage levels. These variations are natural and provided by the system itself, but without effective corrections, this effect becomes harmful to consumers. In order to regulate this energy, utilities are subject to regulations imposed by the regulatory agents, which defines an appropriate voltage range. The Smart Grid concept have been providing a dynamism to the distribution systems, requiring more from traditional control methods and challenging the development of new topologies. In this context, the present study develops a global control methodology for voltage regulators that aims to adjust the TAP position of these equipment to improve its operation and correct the feeder voltage profile. This methodology is based on a communication link formed between the regulators and a supervisory SCADA system, capable of receive information and return commands. The global control uses the measured data from each equipment to apply interactive calculations methods that looks to understand the impact that each TAP change will provide to the network, before executing the command. The proposal's validation is made through real-time digital simulations, where is shown a comparison between the operational efficiency of these equipment when they are submitted to a local control, the current methodology used by the utilities, and the global control. The global analysis is divided by two scenarios, the first one considers that the communication between the equipment and the supervisor is continuous. In the second scenario, it is understood that this communication link can present faults, so that, the regulators are submitted to local and global controls within a same day of analysis.

Keywords: Distribution Systems. Real-Time Digital Simulation. Smart Grids. Step Voltage Regulators. Voltage Control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Diagrama estrutural e unifilar de um sistema de potência típico.....	17
Figura 1.2 – Topologias das redes elétricas.....	19
Figura 2.1 – <i>Overview</i> do conceito de redes elétricas inteligentes.....	24
Figura 2.2 – Relação entre curvas típicas de consumo residencial e geração fotovoltaica.	25
Figura 2.3 – Impacto da presença de sistemas fotovoltaicos no consumo residencial.....	25
Figura 2.4 - Ação <i>Backward</i>	31
Figura 2.5 - Ação <i>forward</i>	32
Figura 2.6 – Componentes da queda de tensão do sistema de distribuição.....	34
Figura 2.7 – Diagrama de conexão em Y de reguladores de tensão monofásicos.	37
Figura 2.8 – Diagrama do regulador de tensão monofásico do Tipo-A.	38
Figura 2.9 – Bobina comutadora de TAP.	39
Figura 2.10 – Diagrama de controle do comutador.	41
Figura 2.11 – Temporização dos reguladores de tensão.....	43
Figura 3.1 – Análise de um sinal com <i>sample time</i> elevado.....	48
Figura 3.2 – Análise de um sinal com <i>sample time</i> reduzido.....	48
Figura 3.3 – <i>Sample time</i> sem <i>overrun</i>	49
Figura 3.4 – <i>Sample time</i> com <i>overrun</i>	49
Figura 3.5 – Principais topologias de <i>testbeds</i>	50
Figura 3.6 – Categorização do modelo.....	54
Figura 4.1 – Topologia geral da proposta.....	56
Figura 4.2 – Diagrama funcional do controle local.	57
Figura 4.3 – Fracionamento da rede em regiões.....	60
Figura 4.4 – Diagrama funcional do controle global.....	61
Figura 4.5 – Perfil do <i>Vbusc</i> em cada região.....	63
Figura 4.6 – Validação do cálculo de fluxo de potência sem operação dos reguladores.	64
Figura 4.7 – Validação do cálculo de fluxo de potência com operação dos reguladores.....	65
Figura 5.1 – Interface do bloco <i>Mono-phase Dynaminc Load</i>	68
Figura 5.2 – Modelagem da carga monofásica dinâmica.	68
Figura 5.3 – Diagrama para cálculo da potência de operação.	69
Figura 5.4 – Perfis base de carga diária.....	69
Figura 5.5 – Esquemático trifásico da rede teste.	70
Figura 5.6 – Sistema teste modelado no MATLAB/Simulink.	71
Figura 5.7 – Subsistema SC do sistema teste.	72

Figura 5.8 – Categorização do sistema teste.	73
Figura 5.9 – Relação do ciclo do <i>sample time</i> na simulação digital em tempo real.....	74
Figura 6.1 – Topologia <i>Real-Time</i> de estudo prático.	75
Figura 6.2 – Sinal de comunicação.....	76
Figura 6.3 – Perfil diário do <i>RT1</i> no cenário CL.	77
Figura 6.4 – Perfil diário do <i>RT2</i> no cenário CL.	78
Figura 6.5 – Perfil diário do <i>RT3</i> no cenário CL.	79
Figura 6.6 – Perfil de tensão do ramo principal do CL no momento de carga mínima.....	79
Figura 6.7 – Perfil de tensão do ramo principal do CL no momento de carga máxima.....	80
Figura 6.8 – Perfil diário do <i>RT1</i> no cenário CG.	81
Figura 6.9 – Perfil diário do <i>RT2</i> no cenário CG.	82
Figura 6.10 – Perfil diário do <i>RT3</i> no cenário CG.	83
Figura 6.11 – Perfil de tensão do ramo principal do CG no momento de carga mínima.	83
Figura 6.12 – Perfil de tensão do ramo principal do CG no momento de carga máxima.	84
Figura 6.13 – Perfil diário do <i>RT1</i> no cenário CR.	85
Figura 6.14 – Perfil diário do <i>RT2</i> no cenário CR.	86
Figura 6.15 – Perfil diário do <i>RT3</i> no cenário CR.	87
Figura 6.16 – Perfil de tensão do ramo principal do CR no momento de carga mínima.	88
Figura 6.17 – Perfil de tensão do ramo principal do CR no momento de carga máxima.....	89
Figura A.1 – Topologia geral da rede.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Limites para tensão nominal superior a 1 kV e inferior a 69 kV.....	35
Tabela 2.2 – Relação de transformação em função da posição de TAP.....	40
Tabela 6.1 – Posições de TAP do CL no momento de carga mínima.	80
Tabela 6.2 – Posições de TAP do CL no momento de carga máxima.	81
Tabela 6.3 – Posições de TAP do CG no momento de carga mínima.....	84
Tabela 6.4 – Posições de TAP do CG no momento de carga máxima.	85
Tabela 6.5 – Posições de TAP do CR no momento de carga mínima.	88
Tabela 6.6 – Posições de TAP do CR no momento de carga máxima.	89
Tabela 6.7 – Total das comutações diárias dos reguladores.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
CG	Cenário Global
CL	Cenário Local
COS	Centro de Operação do Sistema
CR	Cenário Real
GD	Geração Distribuída
HIL	<i>Hardware-In-the-Loop</i>
I/O	<i>In/Out</i>
LDC	<i>Line Drop Compesator</i>
MIL	<i>Model-In-the-Loop</i>
MT	Média Tensão
OLTC	<i>On Load TAP Changer</i>
P-HIL	<i>Power-Hardware-In-the-Loop</i>
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica
RT	Regulador de Tensão
SC	<i>Subsystem Console</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SM	<i>Subsystem Master</i>
SS	<i>Subsystem Slave</i>
TAP	<i>Transformer Adjustment Position</i>
TC	Transformador de Corrente
TI	Tecnologia da Informação
TP	Transformador de Potencial
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

LISTA DE VARIÁVEIS

n_t :	Amostragem do sistema no tempo t
θ_n :	Ângulo da potência aparente nominal
β :	Coefficiente de corrente constante do modelo ZIP de carga
α :	Coefficiente de impedância constante do modelo ZIP de carga
γ :	Coefficiente de potência constante do modelo ZIP de carga
I_{op} :	Corrente de operação
I_n :	Corrente nominal
ε :	Erro do fluxo de potência admissível
E_2^G :	Estágio dois do controle global
E_2^L :	Estágio dois do controle local
E_4^G :	Estágio quatro do controle global
E_3^G :	Estágio três do controle global
E_3^L :	Estágio três do controle local
E_1^G :	Estágio um do controle global
E_1^L :	Estágio um do controle local
E_0^G :	Estágio zero do controle global
E_0^L :	Estágio zero do controle local.
$\Delta Z_{N_{TAP}}$:	Impedância da bobina comutadora para a posição N_{TAP}
Z_{op} :	Impedância de operação
Z_{AB} :	Impedância entre o nó A e nó B
Z_{BD} :	Impedância entre o nó B e nó D
Z_{BC} :	Impedância entre o nó B e nó C
Z_n :	Impedância nominal
Z_2 :	Impedância série lado de carga do regulador
Z_1 :	Impedância série lado de fonte do regulador
Z_{sh} :	Impedância <i>shunt</i> do regulador
Z_{TAP} :	Impedância total da bobina comutadora
T_s :	Intervalo de tempo amostragem do sistema
t_0 :	Momento de detecção de violação
V_{ref} :	Nível de tensão desejado no lado de carga

n :	Número de reguladores na rede
N_{TAP} :	Posição de TAP selecionada
k :	Posição máxima do comutador
S_{busB} :	Potência aparente conectada ao nó B
S_{busC} :	Potência aparente conectada ao nó C
S_{busD} :	Potência aparente conectada ao nó D
S_{op} :	Potência aparente de operação
S_n :	Potência aparente nominal
P_{eqB} :	Potência ativa equivalente total conectada ao nó B
P_n :	Potência ativa nominal
$S_{perd_{AB}}$:	Potência dissipada entre o nó A e B
$S_{perd_{BC}}$:	Potência dissipada entre o nó B e C
$S_{perd_{BD}}$:	Potência dissipada entre o nó B e D
S_{eqA} :	Potência equivalente total no nó A
S_{eqB} :	Potência equivalente total no nó B
Q_{eqB} :	Potência reativa equivalente total conectada ao nó B
Q_n :	Potência reativa nominal
t_3 :	Previsão do termino da comutação
ΔV_{max} :	Queda de tensão máxima do trecho
X_{AB} :	Reatância entre o nó A e B
R :	Regiões da rede
a :	Relação de transformação
R_{AB} :	Resistência entre o nó A e B
t_2 :	Tempo de comutação de cada TAP
t_1 :	Tempo de monitoramento da violação
$\Delta V_{N_{TAP}}$:	Tensão da bobina para a posição N_{TAP}
V_{op} :	Tensão de operação
V_{TAP} :	Tensão máxima de ajuste da bobina comutadora
V_2 :	Tensão no lado de carga do regulador
V_{int} :	Tensão no lado de carga para uma posição de TAP zero
V_1 :	Tensão no lado de fonte do regulador

V_A :	Tensão no nó A
V_B :	Tensão no nó B
V_n :	Tensão nominal
dU_{TAP} :	Varição de tensão entre cada posição de TAP

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 Objetivos Específicos	21
1.4 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1.1 Redes Elétricas Inteligentes (<i>Smart grids</i>).....	23
2.1.2 Análise de Sistemas de Distribuição	26
2.1.3 Controle de Tensão	33
2.2 PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES.....	44
2.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	46
3. SIMULAÇÃO DIGITAL EM TEMPO REAL	47
3.1 DEFINIÇÃO E CONCEITO.....	47
3.2 MODELOS SIMULACIONAIS	50
3.2.1 Model-In-the-Loop.....	51
3.2.2 Hardware-In-the-Loop	51
3.2.3 Power-Hardware-In-the-Loop	51
3.2.4 Power-Testbed	52
3.2.5 Full-System	52
3.3 SOFTWARE SIMULACIONAL RT-LAB	52
3.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	54
4. METODOLOGIA DO CONTROLE LÓGICO DE TENSÃO.....	55
4.1 METODOLOGIA GERAL.....	55
4.2 CONTROLE LOCAL.....	56
4.3 CONTROLE GLOBAL	58
4.3.1 Metodologia para Definição das Posições de TAP	59
4.3.2 Validação da Metodologia	64
4.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	65
5. MODELAGEM DO SISTEMA TESTE	67
5.1 MODELAGEM DAS CARGAS	67
5.2 MODELAGEM DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	70

5.3 ADEQUAÇÕES DO MODELO.....	72
6. ESTUDO PRÁTICO.....	75
6.1 CENÁRIOS DE ESTUDO.....	75
6.2 RESULTADOS OBTIDOS	76
6.2.1 Cenário Local	77
6.2.2 Cenário Global	81
6.2.3 Cenário Real	85
6.3 DISCUSSÃO DO RESULTADOS.....	89
7. CONCLUSÕES.....	92
7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	93
7.2 PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	94
7.3 PUBLICAÇÕES RELACIONADAS AO TRABALHO.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
APÊNDICE A – DADOS DA REDE TESTE.....	100

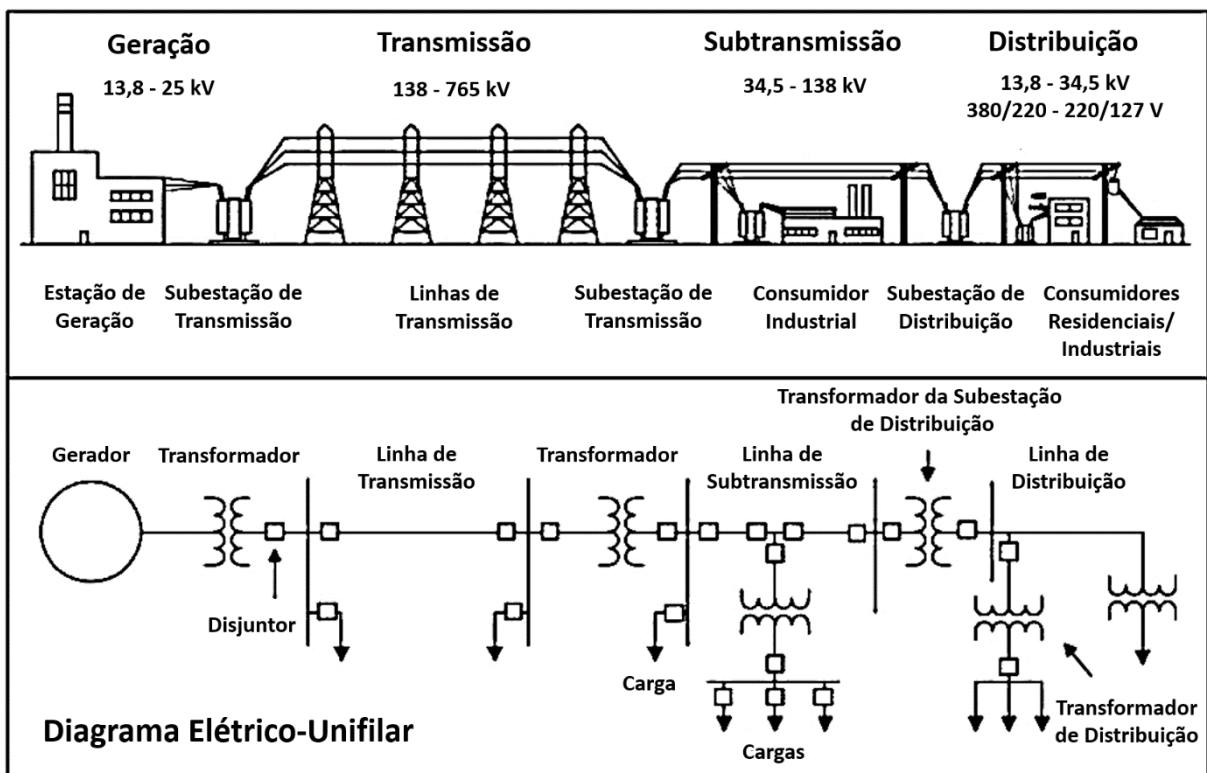
1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os sistemas elétricos de potência são constituídos basicamente por três grandes conjuntos, as centrais geradoras, as linhas de transmissão e os sistemas de distribuição, sendo esses responsáveis, respectivamente, por gerar, transmitir e distribuir a energia elétrica.

Esses grupos apresentam uma estrutura bastante complexa, composta por inúmeros elementos e com diferentes topologias de controle e operação. Para um correto funcionamento, todos os elementos presentes na rede devem apresentar um funcionamento adequado e condizente com o restante do sistema de potência em que eles se encontram inseridos. A Figura 1.1 apresenta o diagrama típico de um sistema de potência, mostrando todos os elementos e estágios que o compõem, assim como é feita uma comparação com as suas representações na forma unifilar.

Figura 1.1 – Diagrama estrutural e unifilar de um sistema de potência típico.



Fonte: Adaptado de (STETZ et al., 2014, p. 161).

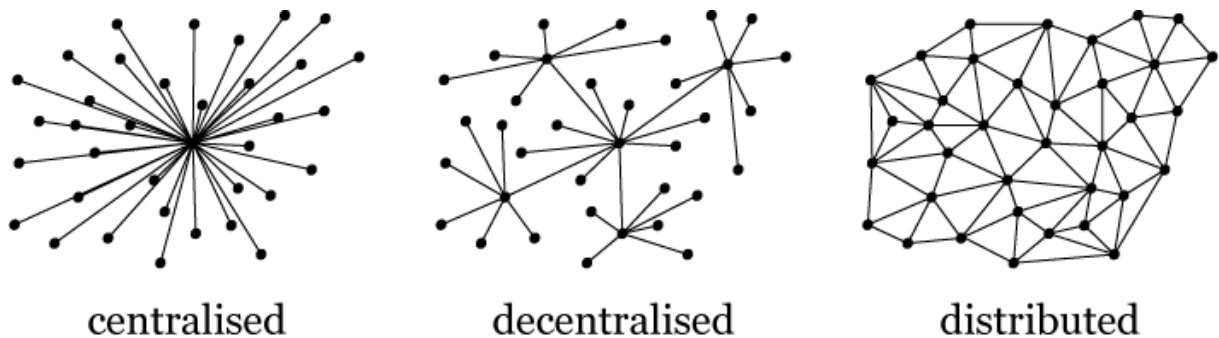
O conjunto de centrais geradoras se encontram em locais que apresentam elevados potenciais de geração, geralmente em regiões afastadas das grandes cidades, os principais centros de carga. Dessa forma, os sistemas de transmissão e distribuição apresentam um papel fundamental no transporte dessa energia por longas distâncias, desde as usinas geradoras até o consumidor final.

As linhas de transmissão formam o conjunto mais extenso do sistema de potência. Com elevados níveis de tensão, Alta Tensão (AT), a energia é transmitida por longas distâncias até pontos próximos dos centros de carga. O elevado nível de tensão reduz os níveis de corrente para grandes blocos de carga, causando uma redução nas perdas joule ao longo do trajeto. No Brasil o sistema de transmissão é interligado, ou seja, as centrais geradoras são interligadas aos sistemas de distribuição por meio de diferentes linhas de transmissão. Esse aspecto agrega uma alta confiabilidade ao sistema, uma vez que os centros consumidores não se tornam dependentes de uma única linha, mas por um conjunto delas.

Já o sistema de distribuição se apresenta no geral como o estágio responsável pela entrega da energia ao consumidor final. Esse conjunto apresenta um nível de tensão reduzido, em Média Tensão (MT) ou Baixa Tensão (BT), uma vez que se espalha por dentro dos meios urbanos e elevados níveis de tensão apresentariam uma grande periculosidade à população. Dessa forma, as subestações de distribuição são um estágio intermediário entre o sistema de transmissão e distribuição, onde o nível de tensão da energia recebida pelas linhas é rebaixado para níveis de distribuição. Diferente da topologia das redes de transmissão, as tradicionais redes de distribuição apresentam uma topologia radial, onde a partir das subestações os alimentadores se ramificam até o consumidor final. Na subestação de distribuição se encontra o Centro de Operação do Sistema (COS), onde as concessionárias de energia são capazes de monitorar e comandar os principais elementos dos sistemas de distribuição. A função de operar esses equipamentos se resume basicamente em utilizá-los da forma mais adequada possível, mantendo a energia entregue aos consumidores dentro de níveis adequados e confiáveis, prezado pelo correto funcionamento do sistema como um todo.

A Figura 1.2 apresenta as diferentes concepções de topologias que as redes elétricas podem apresentar. Sendo o atual sistema de transmissão brasileiro de topologia distribuída, onde podemos fazer uma analogia dos pontos como subestações, de distribuição, transmissão ou geração, e as conexões como as linhas de transmissão. Assim como podemos analisar os sistemas de distribuição, de topologia centralizada, relacionando o ponto central como a subestação de distribuição e os pontos adjacentes a ela como os diferentes consumidores, sendo as conexões as linhas de distribuição.

Figura 1.2 – Topologias das redes elétricas.



Fonte: (ILHAMI COLAK, 2016, p. 31).

1.2 JUSTIFICATIVA

Com intuito de padronizar os níveis adequados da energia elétrica gerada, transmitida, distribuída e consumida no território brasileiro, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão responsável, não só por estabelecer normas que regularizam a qualidade dessa energia, mas também por fiscalizá-la. Concessionárias de energia que por algum motivo não respeitarem os valores normativos estabelecidos, se tornam sujeitas a penalidades que variam de acordo com o grau de seriedade da infração. Esses valores normativos estão diretamente ligados à qualidade da energia elétrica que é entregue ao consumidor. Níveis de tensão fora dos limites estabelecidos reduzem a vida útil de aparelhos e ainda podem levar a sua queima devido a péssima qualidade de energia. A ANEEL também é responsável por definir indicadores de distribuição que representam os níveis de compromisso das concessionárias quanto aos níveis de tensão da energia entregue aos consumidores, são eles:

- a) Indicadores quanto aos níveis de tensão em regime permanente;
- b) Indicadores quanto ao desequilíbrio de tensão;
- c) Indicadores quanto a flutuação de tensão.

No Brasil as redes de distribuição de energia elétrica apresentam grandes extensões, quando comparadas a outros países, o que favorece o problema de queda de tensão o seu controle. Visando a correção dos níveis de tensão, um dos equipamentos mais utilizados é o Regulador de Tensão (RT). Esse equipamento é baseado em um transformador que possibilita o ajuste da sua relação de transformação através da seleção das posições de *Transformer Adjustment Position* (TAP). Com a seleção da posição de TAP é possível elevar ou rebaixar os

níveis de tensão no lado e carga do RT, corrigindo possíveis transgressões de tensão do alimentador.

Esse equipamento conta com um sistema de automação capaz de medir parâmetros e computar correções de TAP necessárias. Porém, os sistemas de distribuição vêm se tornando cada vez mais dinâmicos e exigindo ajustes com rápidas respostas. Dessa forma, a proposta de telecomandar equipamentos, como reguladores de tensão, tem se apresentado cada vez mais atrativa, trazendo flexibilidade ao sistema. Nessa abordagem o sistema *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) se torna o responsável por analisar o estado de operação da rede e definir os comandos mais adequados para o sistema. Quando aplicado a sistemas elétricos de potência, o SCADA é usualmente alocado na subestação, juntamente ao COS. Recebendo dados de medição, esse sistema supervisor é capaz de monitorar e gerenciar continuamente todos os dados da rede, dispondo eles de forma clara e possibilitando tomadas de decisão por parte do operador, gerando assim comandos aos equipamentos do sistema. Além disso, o COS conta com uma elevada capacidade de processamento, de forma que métodos matemáticos são aplicados aos dados recebidos, considerando incertezas e até mesmo estimando ou prevendo outros parâmetros da rede.

O presente trabalho é fundamentado na proposta de controle de tensão por reguladores de tensão desenvolvida por (PEREIRA, 2014). Neste é proposto um controle global desses equipamentos, onde o sistema SCADA é capaz de se comunicar com os reguladores da rede, recebendo dados e computando a posição de TAP mais adequada para esses equipamentos. A presente metodologia de estudo propõe realizar uma comparação entre a operação de reguladores de tensão quando esses são submetidos a um controle local e quando submetidos a um controle global. A topologia de controle global propõe que o sistema supervisor tenha uma ampla visão do sistema, recebendo dados de medição dos reguladores da rede e utilizando de ferramentas, como cálculo de fluxo de potência, para definir a melhor resposta de ajuste ao sistema. Já a topologia local define que o equipamento corrija seus ajustes da melhor forma possível utilizando apenas das suas informações locais.

1.3 OBJETIVOS

Desenvolver uma metodologia de controle de reguladores de tensão em redes de distribuição com topologia de análise global e local. Assim como, realizar um comparativo da efetividade entre ambas, apresentando o perfil de tensão do alimentador e o número de

comutações de cada equipamento quando submetidos aos dois diferentes métodos de controle. O trabalho realizará uma análise a nível de controle global que considera possíveis falhas no meio de comunicação entre os equipamentos e o sistema supervisor. Essa análise se torna importante uma vez que equipamentos de controle de sistemas de potência não podem ser dependentes unicamente de um meio, o que reduz a sua confiabilidade.

Além disso, o presente trabalho tem o objetivo de abordar com ênfase o tema de simulação digital em tempo real de sistemas elétricos de potência, sendo este um dos trabalhos pioneiros no assunto dentro da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

1.3.1 Objetivos Específicos

Este trabalho apresenta como objetivos específicos:

- Desenvolver e implementar uma metodologia de controle local e global para reguladores de tensão;
- Integrar cálculos de fluxo de potência na proposta de controle global;
- Submeter os controles a uma análise diária, com cargas dinâmicas;
- Validar e analisar o trabalho através de simulações digitais em tempo real.

1.4 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Visando apresentar todos os temas abordados na metodologia proposta por este estudo, de forma sequencial e construtiva, o trabalho se divide em sete capítulos.

O Capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica dos principais conceitos que serão abordados ao longo deste trabalho, sendo eles: redes elétricas inteligentes, análise de sistemas de distribuição e métodos para controle de tensão. Esse capítulo tem a intenção de fundamentar esses conceitos que compõem a principal proposta do trabalho.

No Capítulo 3 é abordado o conceito de simulação digital em tempo real, método que vem sendo amplamente utilizado em estudos de sistemas elétricos de potência e que também faz parte da proposta apresentado por este trabalho. São apresentadas as principais características desse conceito, assim com as diferentes topologias de testes que podem ser implementadas em equipamentos de simulação em tempo real.

O Capítulo 4 apresenta em detalhes a metodologia para controle de tensão do trabalho. A proposta é composta por duas metodologias, uma de controle local e uma de controle global, onde a proposta global é dividida em uma análise ideal e outra que apresenta falhas. Nesse capítulo, ambas são explicadas de forma clara, apresentando os algoritmos de controle lógico a partir de fluxogramas.

O Capítulo 5 detalha a rede teste escolhida para validação da metodologia do controle de tensão. Nele são apresentados todos os dados e parâmetros dessa rede, assim como as modelagens que foram desenvolvidas no software MATLAB/Simulink.

O Capítulo 6 apresenta de forma completa a topologia de estudo prático do presente trabalho. Nele, os dois cenários de análise são categorizados e explicados, sendo o primeiro deles um cenário base, com aplicação do controle local, e o outro um cenário comparativo, onde o controle global é aplicado sob o mesmo sistema. Dentro desse capítulo também são apresentados os resultados obtidos, através das simulações digitais em tempo real do tipo *Model-In-the-Loop*, assim como também é feita uma comparação entre ambos cenários, discutindo os resultados de cada um.

Por fim, o Capítulo 7 é responsável por concluir todo o estudo desenvolvido, fazendo uma breve revisão dos principais pontos apresentados ao longo do trabalho, assim como são comentadas as principais conclusões obtidas a partir dos resultados da análise prática. Nesse capítulo também são apresentadas perspectivas de continuidade para a pesquisa desenvolvida, assim como possíveis trabalhos futuros. Por fim, são apresentadas as principais publicações relacionadas ao presente trabalho, onde todas contaram com alguma contribuição ou, então, são inteiramente provenientes desta pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fundamentação teórica visa apresentar alguns aspectos gerais das redes de distribuição, abordando as suas principais características, métodos de cálculo e metodologias utilizadas no controle da qualidade de energia. Após a fundamentação dos conceitos teóricos, são apresentadas algumas das principais pesquisas dentro desses temas. Esse item tem a intenção de contextualizar e fortalecer, não somente a importância do presente estudo, mas também das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas na área de controle de sistemas de distribuição.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

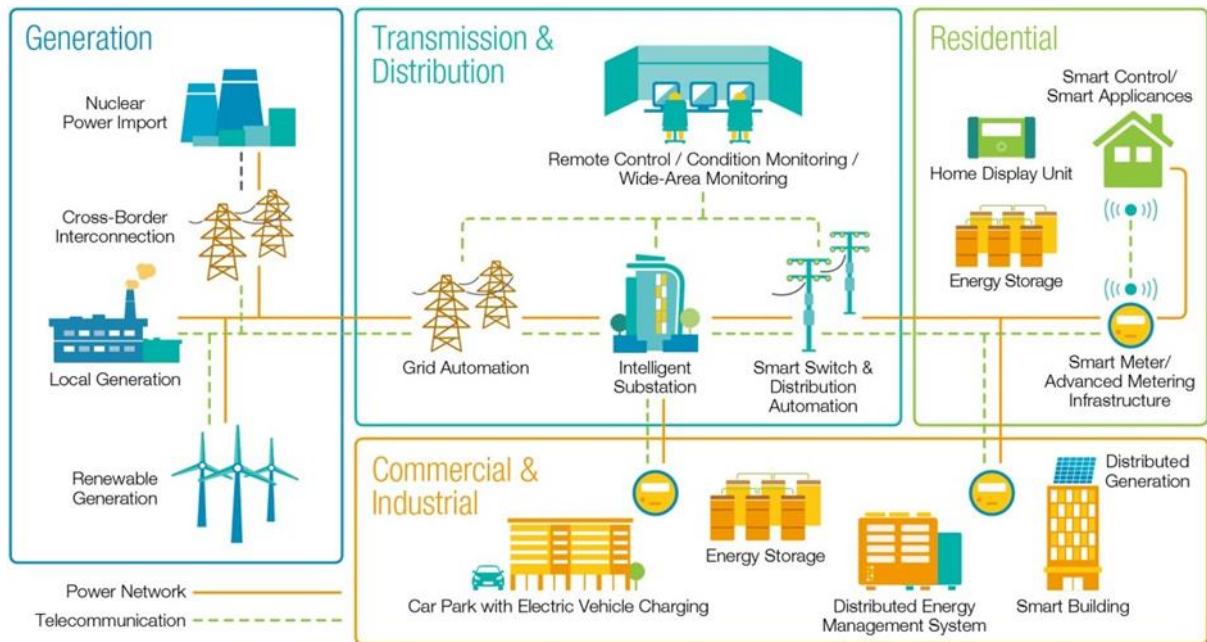
2.1.1 Redes Elétricas Inteligentes (*Smart grids*)

Com o crescente desenvolvimento de novas tecnologias, as concessionárias vêm enfrentando grandes mudanças nas suas tradicionais redes de distribuição de energia elétrica. A integração dessas novas tecnologias ao sistema tem constituído um novo conceito de rede, as *Smart Grids* ou redes elétricas inteligentes. Esse conceito busca agregar aos sistemas de potência todo o avanço que recursos nas áreas de Tecnologia da Informação (TI), comunicação e automação. Através dessa integração, é possível desenvolver novas metodologias para controle e operação dos sistemas de distribuição que apresentem alta eficiência e flexibilidade, com ajustes dinâmicos e hierárquicos.

A concepção de rede elétrica inteligente visa impactar todos os setores dentro do sistema elétrico de potência, desde a geração até o consumo interno de cada residência. A possibilidade de comunicação e controle entre diferentes equipamentos oportuniza um gerenciamento inteligente e eficiente entre todos esses setores. O avanço tecnológico tem possibilitado a integração de sistemas que apresentem menores impactos ambientais, como fontes de energias limpas e renováveis, juntamente com sistemas capazes de armazenar e controlar esse despacho energético. O aumento da presença desses sistemas levou a criação do conceito de Geração Distribuída (GD), onde pequenos consumidores residenciais têm a possibilidade de gerar a sua própria energia. A GD apresenta grandes vantagens e, ao mesmo tempo, desafios para as redes de distribuição. Caracterizados como recursos energéticos distribuídos, eles podem estar em

diferentes locais da rede e não de forma centralizada como era proposto pelos tradicionais sistemas de potência. A Figura 2.1 apresenta a concepção do conceito de *Smart Grid* e os novos recursos que esse tema visa integrar aos tradicionais sistemas elétricos de potência.

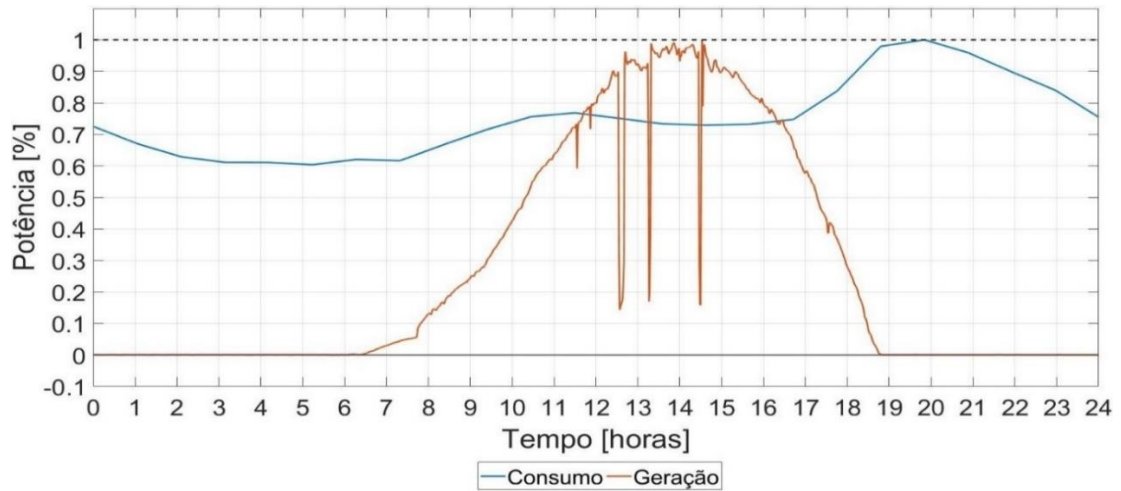
Figura 2.1 – *Overview* do conceito de redes elétricas inteligentes.



Fonte: (CPL, 2018).

As GDs têm sido predominantemente de característica fotovoltaica, sistema que possui uma grande intermitência no seu comportamento de geração. Dependendo da quantidade de residências portadoras de sistemas fotovoltaicos e da quantidade de potência instalada em cada, é possível que as GDs causem consideráveis impactos na curva típica diária dos alimentadores. Dependente diretamente da irradiação solar, sistemas fotovoltaicos seguem uma curva diária de geração que não condiz com a curva dos consumidores. No geral, essa curva de geração tem um início próximo das 8:00 horas, apresentando um pico ao meio dia e retornando a uma quase nula geração às 18:00 horas. A Figura 2.2 exemplifica o impacto que um sistema de geração solar pode apresentar no perfil de consumo de uma residência com uma curva típica de carga. Os perfis de consumo e geração apresentados foram obtidos através do software Homer Energy, sendo o perfil resultante obtido pela diferença entre consumo e geração, e plotados no software Matlab. É possível observar a grande intermitência do sistema de geração fotovoltaica, com rápidas falhas de geração devido a presença de aspectos que limitam a radiação solar no painel, como nuvens.

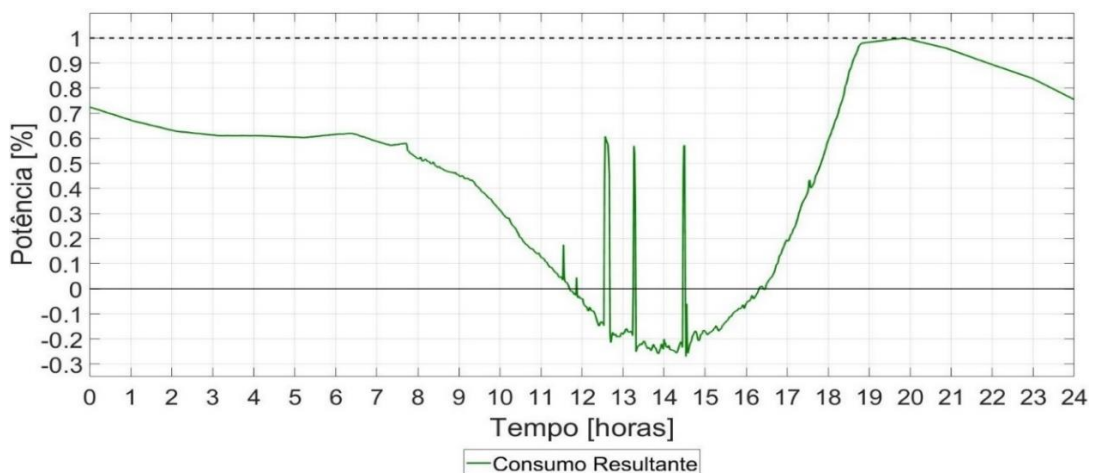
Figura 2.2 – Relação entre curvas típicas de consumo residencial e geração fotovoltaica.



Fonte: Autor.

Uma vez que o perfil de carregamento do alimentador não é mais dependente unicamente da carga dos consumidores, mas dependente também da geração que esses consumidores apresentam, as dinâmicas da rede se tornam muito mais voláteis e intermitentes. Entre o período das 16:00 e 19:00 horas, o perfil de geração solar tem uma rápida diminuição enquanto o consumo residencial apresenta um brusco aumento, tornando mais íngreme o crescimento de carga até atingir o seu pico. A característica da curva resultante, apresentada na Figura 2.3, é denominada *duck curve* e tem se apresentado como um dos principais desafios na operação dos sistemas de potência na presença de sistemas de geração fotovoltaica.

Figura 2.3 – Impacto da presença de sistemas fotovoltaicos no consumo residencial.



Fonte: Autor.

Contudo, apesar de que a mudança da tradicional rede de distribuição para uma *Smart Grid* venha sendo de forma gradativa e apresentando diversos desafios, a presença desses sistemas inteligentes tende a aumentar confiabilidade e facilitar a operação da rede, abrindo possibilidades de integração de recursos distribuídos para prever situações de emergência e agir de forma rápida e eficiente sobre o sistema como um todo. A presença das GDs, em especial as de característica fotovoltaica, tem trazido uma enorme aleatoriedade ao perfil de consumo do alimentador, apresentando bruscas variações devido influências de aspectos climáticos. Porém, pesquisas seguem desenvolvendo métodos cada vez mais refinados e eficientes para possibilitar uma operação confiável e adequada desses sistemas.

2.1.2 Análise de Sistemas de Distribuição

Uma vez que o presente estudo é aplicado diretamente a redes de distribuição e utiliza de tradicionais cálculos da área, são apresentados e equacionados os principais fundamentos teóricos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

2.1.2.1 Modelos de Carga

O termo carga elétrica é definido como a energia total consumida por um equipamento conectado ao sistema de potência. Essa potência absorvida depende da natureza do equipamento e pode variar de acordo com o seu estado de operação, ou seja, de acordo com a tensão e frequência em que ela está submetida. As modelagens matemáticas visam equacionar e representar o valor de potência consumida por uma carga elétrica. Na literatura essas modelagens são classificadas em duas, sendo uma delas mais simplificada, modelo estático, e uma mais completa, modelo dinâmico de carga (COKER; KGASOANE, 1999).

No modelo estático, a potência consumida pela carga é expressada unicamente em função da magnitude da tensão aplicada ao equipamento. Esse modelo se aplica muito bem em estudos que consideram condições normais de operação do sistema elétrico, onde oscilações de tensão e frequência são pequenas, de forma que o sistema consiga manter seu regime permanente. Já para estudos que envolvam estabilidade, transitórios e grandes oscilações, a representação das cargas deve ser feita pelo modelo dinâmico. Esse modelo expressa a potência consumida em função da magnitude de tensão e da frequência em que a carga é submetida.

Considerando que o presente trabalho considera apenas regimes permanentes de operação, será fundamentado o modelo matemático de carga elétrica estática. Essa modelagem define que as cargas podem apresentar quatro diferentes naturezas: impedância constante, corrente constante, potência constante e uma composição entre todas as três. Essa modelagem propõe que um dos parâmetros do equipamento se mantém constante com os níveis de tensão. A partir da Equação (2.1) e (2.2) é possível obter o equacionamento para os quatro diferentes modelos de carga.

$$\dot{S}_n = P_n + jQ_n = S_n \angle \theta_n \quad (2.1)$$

$$\dot{S}_n = \vec{V}_n \cdot \vec{I}_n^* = \frac{V_n^2}{\dot{Z}_n^*} \quad (2.2)$$

Onde,

S_n : potência aparente nominal;

P_n : potência ativa nominal;

Q_n : potência reativa nominal;

V_n : tensão nominal;

I_n : corrente nominal;

Z_n : impedância nominal.

2.1.2.1.1 Impedância Constante

Cargas com impedância constante, variam a sua potência através do quadrado da tensão aplicada a ela. Equipamentos como bancos de capacitores, lâmpadas incandescentes e aquecedores resistivos, como chuveiros elétricos, são exemplos de cargas que mantêm a sua impedância constante independentemente do valor de tensão aplicada a ela. A partir dessa definição, representada pela Equação (2.3), podemos chegar à (2.4), que define a potência de consumo desse modelo, utilizando de (2.2).

$$\dot{Z}_{op} = \dot{Z}_n = \frac{V_n^2}{\dot{S}_n^*} \quad (2.3)$$

$$\dot{S}_{op} = \frac{\overrightarrow{V_{op}}^2}{\dot{Z}_{op}^*} = \frac{\overrightarrow{V_{op}}^2}{\left(\frac{V_n^2}{\dot{S}_n^*}\right)^*} = \left(\frac{\overrightarrow{V_{op}}}{V_n}\right)^2 \cdot \dot{S}_n \quad (2.4)$$

Onde,

S_{op} : potência aparente de operação;

V_{op} : tensão de operação;

Z_{op} : impedância de operação.

2.1.2.1.2 Corrente Constante

Cargas com corrente constante, variam a sua potência proporcionalmente a tensão aplicada a ela. Os fornos a arco, lâmpadas fluorescentes e lâmpadas a vapor de mercúrio são exemplos de cargas que apresentam essa característica elétrica. A partir da definição, representada pela Equação (2.5), podemos chegar à (2.6), que define a potência de consumo desse modelo, utilizando (2.2).

$$\overrightarrow{I_{op}} = \overrightarrow{I_n} = \frac{\dot{S}_n^*}{\overrightarrow{V_n}^*} \quad (2.5)$$

$$\dot{S}_{op} = \overrightarrow{V_{op}} \cdot \overrightarrow{I_{op}}^* = \overrightarrow{V_{op}} \cdot \left(\frac{\dot{S}_n^*}{\overrightarrow{V_n}^*}\right)^* = \left(\frac{\overrightarrow{V_{op}}}{V_n}\right) \cdot \dot{S}_n \quad (2.6)$$

Onde,

I_{op} : corrente de operação.

2.1.2.1.3 Potência Constante

Já o modelo de carga com potência constante não apresenta variação de potência independentemente da tensão aplicada ao equipamento. O motor de indução é um exemplo tradicional de carga que apresenta essa característica de consumo constante. O valor de potência

consumida por um equipamento que representa esse modelo pode ser definido pela própria Equação (2.1).

2.1.2.1.4 Modelo ZIP

Na prática, é pouco provável se ter uma carga de um só modelo, no geral as cargas são compostas por parcelas de cada modelo, o que denomina o modelo ZIP. Nesse modelo a carga é representada por uma faixa percentual de cada tipo de carga, compondo o modelo inteiro. A representação matemática se dá pela soma dos três modelos, adicionando um coeficiente porcentual a cada um desses termos. A Equação (2.7) apresenta o modelo ZIP de carga, uma vez que a Equação (2.8) deve ser respeitada.

$$\dot{S}_{op} = \left[\alpha \cdot \left(\frac{\overrightarrow{V}_{op}}{V_n} \right)^2 + \beta \cdot \left(\frac{\overrightarrow{V}_{op}}{V_n} \right) + \gamma \right] \cdot \dot{S}_n \quad (2.7)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (2.8)$$

Onde,

α : coeficiente de impedância constante do modelo ZIP de carga;

β : coeficiente de corrente constante do modelo ZIP de carga;

γ : coeficiente de potência constante do modelo ZIP de carga.

2.1.2.2 Métodos de Fluxo de Potência

O cálculo de fluxo de potência é uma ferramenta amplamente utilizada em sistemas elétricos de potência, onde através de valores iniciais e de um cálculo iterativo, se busca determinar as tensões complexas de todos os nós do sistema. A partir dessas grandezas, é possível se obter o restante das variáveis da rede, como os fluxos de potência ativa e reativa entre nós. Os métodos são categorizados de acordo com a sua aplicação, podendo ser voltado para redes de transmissão ou de distribuição. Essa classificação se refere a capacidade e velocidade de convergência que o método apresenta, podendo esse apresentar bons resultados em redes de topologia interligada e ao mesmo tempo péssimos resultados em redes radiais

(MILBRADT, 2015). Como o presente trabalho aborda unicamente redes de distribuição, serão citados apenas métodos utilizados em redes radiais.

Esse método se baseia em fazer uma varredura de jusante a montante, ou seja, desde os nós finais da rede em direção à fonte, aplicando as leis de Kirchhoff de correntes e tensão em cada um desses nós (KERSTING, 2002). Na primeira iteração se aplica um valor de tensão pré-definido em todos os nós do sistema, geralmente esse valor é proveniente da medição no barramento da subestação, e a convergência é atingida quando o valor de tensão calculado no próprio barramento da subestação se iguala ao valor aplicado inicialmente.

O método do somatório de correntes se divide em duas etapas, sendo ambas baseadas em uma varredura de todas as cargas (SHIRMOHAMMADI et al., 1988). Na primeira etapa a varredura se dá a partir das cargas finais da rede em direção a fonte, denominada ação *backward*, onde todas as correntes dos nós são calculadas aplicando as leis Kirchhoff. Já na segunda etapa, a varredura é feita da fonte até as cargas, denominada ação *forward*, onde é calculada a queda de tensão entre os nós e, conseqüentemente, a tensão no nó a jusante. Entre uma interação e outra, é medido a variação de tensão entre cada uma delas. Essa variação é definida em cada nó e quanto menor ela for, mais próximo da convergência o sistema está. Dessa forma, a convergência do sistema é obtida quando a variação de tensão em cada nó for menor que o erro estipulado.

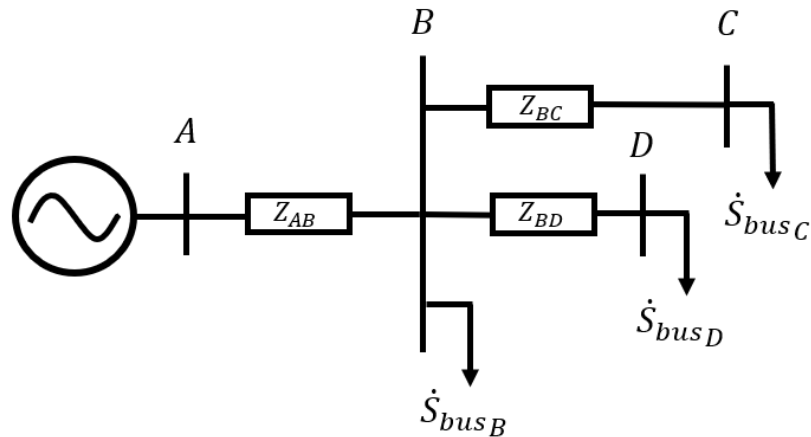
2.1.2.2.1 Método do Somatório de Potências

Já o método do somatório de potências se assimila ao método do somatório de correntes, porém ao invés de se fazer a varredura das correntes nos nós, se realiza a varredura das potências de cada nó, aplicando a metodologia de ação *backward* e ação *forward* (BROADWATER et al., 1988). Para início do método, se define um mesmo valor de tensão inicial para todos os nós. No geral, esse valor inicial é o valor de tensão medido no barramento da subestação para o determinado ponto de operação do alimentador. Caso haja mais pontos de medição ao longo da rede, é possível separar o sistema em regiões e aplicar os diferentes valores de tensão, acelerando a convergência do método.

Na ação *backward* é feita uma varredura de nó em nó, seguindo o sentido de jusante à montante, ou seja, começando desde os nós terminais da rede até o barramento de medição da subestação. Essa varredura tem a intenção de definir as potências equivalentes de cada fase em cada nó, considerando a própria carga instalada, as perdas técnicas do trecho, capacitância shunt

e efeito das mutuas. Em sistemas de distribuição o efeito da capacitância shunt é muito baixo, assim como o efeito da mutua. Dessa forma, para o equacionamento apresentado na sequência, esses dois efeitos são desprezados. A Figura 2.4 propõe um sistema de quatro nós para exemplificação do método.

Figura 2.4 - Ação *Backward*



Fonte: Autor.

Onde,

Z_{AB} : impedância entre o nó A e nó B ;

Z_{BC} : impedância entre o nó B e nó C ;

Z_{BD} : impedância entre o nó B e nó D .

Sendo o nó A o barramento de medição da subestação, na primeira interação, se define que o valor de tensão obtido em A se aplica aos nós B , C e D . A ação *backward* se inicia pelos nós terminais do alimentador, nesse caso, os nós C e D , de forma a se calcular a potência equivalente nesses nós de acordo com o nível de tensão aplicado a cada um e o seu modelo da carga. A partir disso, se realizar uma varredura no sentido a montante, calculando as perdas em cada trecho, definindo assim carga equivalente conectada ao nó montante do nó terminal. Para o equacionamento do nó B , é necessário considerar todas as cargas conectadas a ele, como a Equação (2.9) apresenta.

$$\dot{S}_{eq_B} = \dot{S}_{bus_B} + \dot{S}_{bus_C} + \dot{S}_{bus_D} + \dot{S}_{perd_{BC}} + \dot{S}_{perd_{BD}} \quad (2.9)$$

Assim como a potência equivalente do nó A é apresentada pela Equação (2.10).

$$\dot{S}_{eq_A} = \dot{S}_{eq_B} + \dot{S}_{perd_{AB}} \quad (2.10)$$

Onde,

S_{bus_B} : potência aparente conectada ao nó B ;

S_{bus_C} : potência aparente conectada ao nó C ;

S_{bus_D} : potência aparente conectada ao nó D ;

S_{eq_A} : potência equivalente total no nó A ;

S_{eq_B} : potência equivalente total no nó B ;

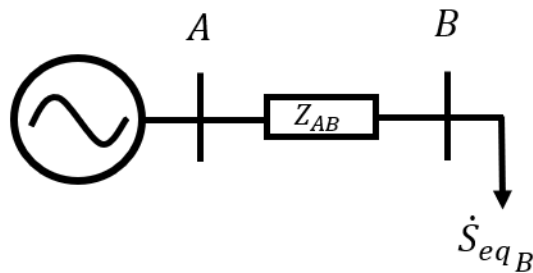
$S_{perd_{AB}}$: potência dissipada entre o nó A e B ;

$S_{perd_{BC}}$: potência dissipada entre o nó B e C ;

$S_{perd_{BD}}$: potência dissipada entre o nó B e D .

No momento em que se obtém a potência equivalente no barramento da subestação, se dá início a ação *forward*. Essa ação realiza uma varredura dos trechos no sentido da fonte à carga, calculando a queda de tensão entre nós consecutivos, uma vez que se tem os parâmetros da rede e valores de potência em cada nó. A Figura 2.5 apresenta a ação *forward* para esse caso.

Figura 2.5 - Ação *forward*



Fonte: Autor.

Para se obter a tensão do barramento adjacente, se utiliza de uma equação quadrática. A Equação (2.11) define o valor de tensão na barra adjacente de um trecho em função da tensão do nó a montante e da própria carga conectada a esse nó adjacente, além da impedância entre

os dois nós. Ressalta-se que por ser uma equação quadrática, o valor real de tensão na barra adjacente se dá pela maior raiz positiva resultante da equação (CESPEDES, 1990).

$$V_B^4 + \left[2 * (P_{eq_B} * R_{AB} + Q_{eq_B} * X_{AB}) - V_A^2 \right] * V_B^2 + (P_{eq_B}^2 + Q_{eq_B}^2) * (R_{AB}^2 + X_{AB}^2) = 0 \quad (2.11)$$

Onde,

V_A : tensão no nó A ;

V_B : tensão no nó B ;

P_{eq_B} : potência ativa equivalente total conectada ao nó B ;

Q_{eq_B} : potência reativa equivalente total conectada ao nó B ;

R_{AB} : resistência entre o nó A e B ;

X_{AB} : reatância entre o nó A e B .

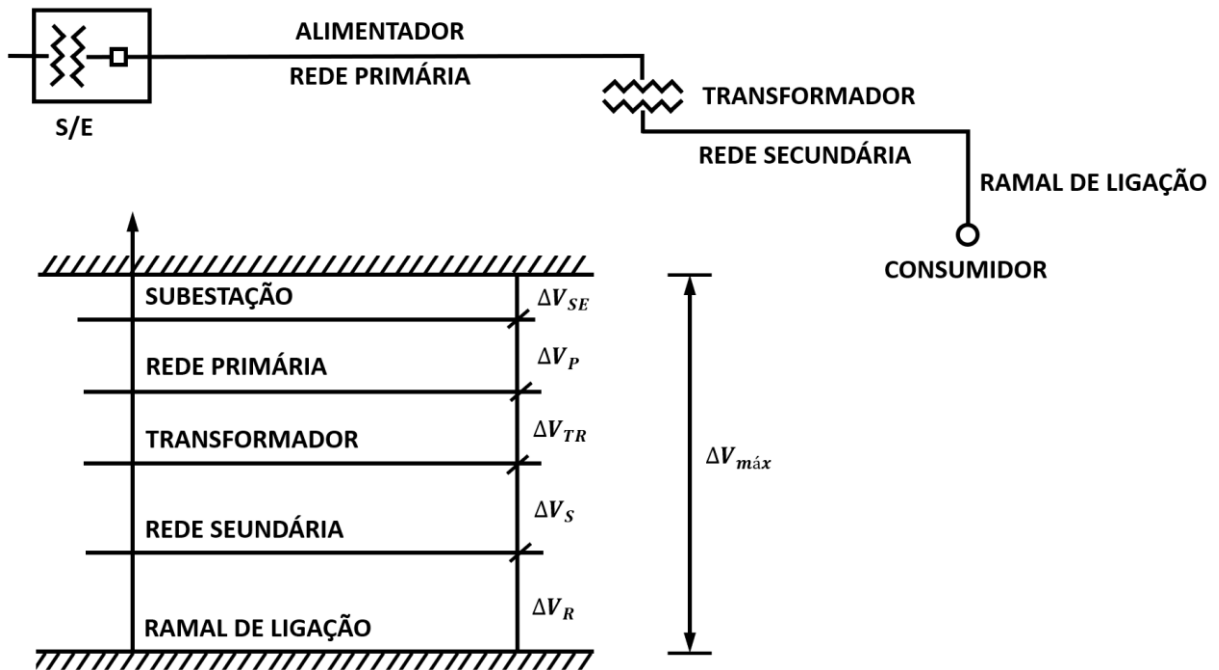
Se aplica a relação quadrática em todos os trechos da rede, obtendo ao final um novo perfil de tensão do alimentador, diferente do perfil constante que se definiu como valor inicial. O novo perfil de tensão é aplicado ao sistema, dando início a uma nova interação de análise, realizando novamente uma ação *backward* e uma *forward*. Ao final de cada interação, é medido a diferença entre os valores de tensão obtidos por essa interação e a interação anterior. Esse valor de variação é definido em cada nó da rede e quanto menor for ela, mais próximo da convergência o sistema está. Dessa forma, a convergência do sistema é obtida quando todos os nós do sistema apresentarem uma variação de tensão menor do que um erro ε , definido de acordo com o grau de exatidão e agilidade requerido.

2.1.3 Controle de Tensão

Sistemas de distribuição de energia elétrica apresentam em geral uma topologia radial, onde a alimentação da rede é feita unicamente pelo ponto de conexão dela com a subestação. Dessa forma, esses sistemas apresentam um fluxo de energia direto, com sentido único, da subestação aos consumidores. Na distribuição, usualmente o centro de carga se encontra à longas distâncias da subestação o que intensifica a queda de tensão ao longo de todo o

alimentador. A Figura 2.6 apresenta uma visão geral sobre todos elementos que contribuem com a queda de tensão desde a subestação, através da rede primária e da rede secundária, até o consumidor final (ELETROBRÁS, 1985).

Figura 2.6 – Componentes da queda de tensão do sistema de distribuição.



Fonte: (ELETROBRÁS, 1985, p. 25).

Sem uma supervisão e controle dos níveis de tensão, é possível que consumidores residenciais localizado ao final do trecho, onde a maior variação de tensão ocorre, recebam uma alimentação fora dos níveis que a norma estipula como adequado. As medidas de correção dos níveis de tensão podem ser categorizadas como medidas de correção da rede primária e medidas de correção da rede secundária. O método a ser utilizado dependerá da viabilidade econômica e da faixa de correção que o método pode apresentar através da sua implementação, uma vez que a queda de tensão máxima do trecho, $\Delta V_{m\acute{a}x}$, deve estar dentro da norma estipulada.

2.1.3.1 Regulamentação dos Níveis de Tensão

O problema de controle de tensão se intensifica com a grande presença de equipamentos eletrônicos nas residências consumidoras. A qualidade de tensão pode ser definida como o fornecimento de uma senoide perfeita, em amplitude e frequência, e equipamentos eletrônicos

são sensíveis a má qualidade de tensão entregue a eles (BROWN, 2002). A flutuação de tensão diminui a vida útil do equipamento, podendo até mesmo ocasionar a queima dele, o que gera reclamação dos consumidores da rede. Os níveis de tensão também têm impacto no faturamento das concessionárias sobre os consumidores, uma vez que os modelos de carga mais comuns são diretamente proporcionais a tensão de operação. Dessa forma, níveis de tensão elevados ocasionam em um maior consumo e faturamento da concessionária, assim como níveis reduzidos ocasionam em um menor consumo e faturamento.

Considerando o impacto que níveis de tensão fora do valor nominal podem causar, tanto para o consumidor quanto para a concessionária, a Agência Nacional de Energia Elétrica é responsável por normatizar esses níveis em regime permanente. O Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) Módulo 8 é o documento que padroniza os níveis de tensão de energia elétrica gerada, transmitida e consumida no território brasileiro (ANEEL, 2018). A Tabela 2.1 mostra alguns dos limites que são definidos no PRODIST Módulo 8 para consumidores em média tensão.

Tabela 2.1 – Limites para tensão nominal superior a 1 kV e inferior a 69 kV.

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$0,93 TR \leq TL \leq 1,05 TR$
Precária	$0,90 TR \leq TL < 0,93 TR$
Crítica	$TL < 0,90 TR$ ou $TL > 1,05 TR$

Fonte: (ANEEL, 2018).

Esses valores normativos estão ligados diretamente à qualidade da energia elétrica que é entregue ao consumidor e, conseqüentemente, à vida útil dos seus equipamentos. Concessionárias de energia que, por algum motivo, não respeitem os valores normativos estabelecidos, se tornam sujeitas, não só a penalidades de acordo com o grau de seriedade da infração, mas também a reclamações dos consumidores.

2.1.3.2 Medidas para Controle de Tensão

Abordando sistemas de distribuição de configuração radial e que tenham pouca ou nenhuma presença de fontes de geração distribuída, existem diversas medidas para controle e

correção dos níveis de tensão, algumas mais viáveis e outras nem tanto. Abaixo as medidas mais tradicionais são listadas de forma crescente quanto a sua aplicabilidade:

- a) transferência de carga entre alimentadores;
- b) melhoria do fator de potência;
- c) instalação de reguladores de tensão;
- d) recabeamento do alimentador;
- e) construção de um novo alimentador;
- f) mudança da tensão primária de alimentação;
- g) construção de uma nova subestação.

No geral, todos esses métodos se resumem no controle de carga, uma vez que esse é o principal fator de intensificação da flutuação e queda de tensão (ELETROBRÁS, 1985). Medidas que envolvem recabeamento, mudança no nível de tensão de alimentação e construção de novos alimentadores ou subestações, se caracterizam como medidas preventivas de controle dos níveis de tensão. Quanto as medidas de controle de tensão corretivas, existem três principais equipamentos que podem ser comandados e ajustados para realizar essa correção, são eles: *On Load TAP Changer* (OLTC), regulador de tensão e banco de capacitor chaveado (MAHMUD; ZAHEDI, 2018). O trabalho em questão visa abordar uma metodologia dinâmica de controle corretivo utilizando reguladores de tensão, dessa forma esse equipamento é apresentado com mais detalhes na sequência.

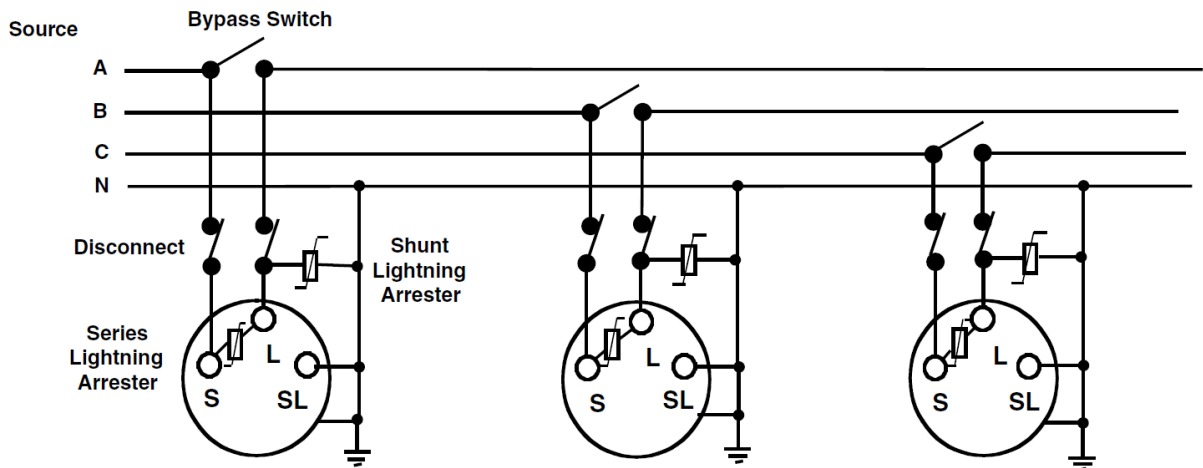
2.1.3.3 Regulador de Tensão

Reguladores de tensão são equipamentos amplamente utilizados na medida corretiva dos níveis de tensão em redes primárias de distribuição. Esse equipamento se baseia em um autotransformador com comutação de TAP sob carga, onde a variação da posição de TAP acarreta numa mudança na relação de espiras do autotransformador, e que por sua vez, ocasiona em um acréscimo ou decréscimo no nível da tensão de saída, em relação ao nível de entrada. A seleção da posição de TAP é feita através de um sistema mecânico, que é comandado por um sistema de controle do equipamento (KERSTING, 2009a).

No geral, a instalação desse equipamento é feita através de um banco de reguladores monofásicos, podendo ele estar conectado em Δ ou Y . Além disso, esses reguladores podem ser

do Tipo-A ou do Tipo-B, sendo esse último o mais utilizado (KERSTING, 2009b). Reguladores do Tipo-A apresentam sua bobina de comutação no lado de secundário, ou seja, no lado carga, e reguladores do Tipo-B são configurados com suas bobinas de comutação no lado primário, ou seja, no lado da fonte. Na Figura 2.7 é apresentado um esquema usual de conexão em Y de bancos monofásicos de reguladores de tensão a nível de rede primária.

Figura 2.7 – Diagrama de conexão em Y de reguladores de tensão monofásicos.

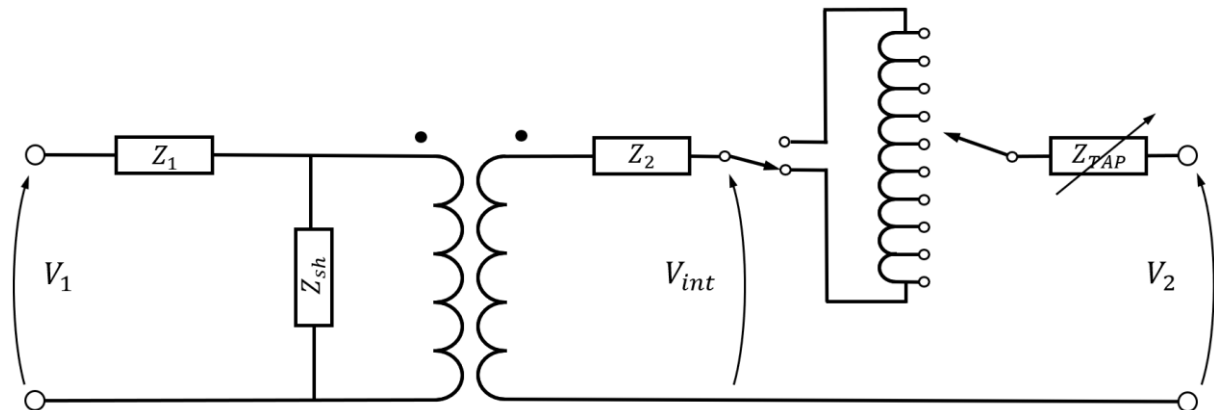


Fonte: (HARLOW, 2004, p. 165).

2.1.3.3.1 Aspectos Físicos

A estrutura de regulador é baseada em um autotransformador onde o enrolamento primário possui uma relação de transformação de 1 : 1 com o secundário. Porém, a presença da bobina de TAP torna possível a variação na relação de transformação desse autotransformador de acordo com a posição selecionada. É característico desse equipamento apresentar uma impedância série e uma admitância shunt muito pequena, de forma que ambas possam ser ignoradas, sem acarretar em erros significativos na análise do sistema em regime permanente (KERSTING, 2002). A Figura 2.8 apresenta o diagrama completo de um regulador de tensão monofásico do Tipo-A.

Figura 2.8 – Diagrama do regulador de tensão monofásico do Tipo-A.



Fonte: Autor.

Onde,

V_1 : tensão no lado de fonte do regulador;

V_2 : tensão no lado de carga do regulador;

V_{int} : tensão no lado de carga para uma posição de TAP zero;

Z_1 : impedância série lado de fonte do regulador;

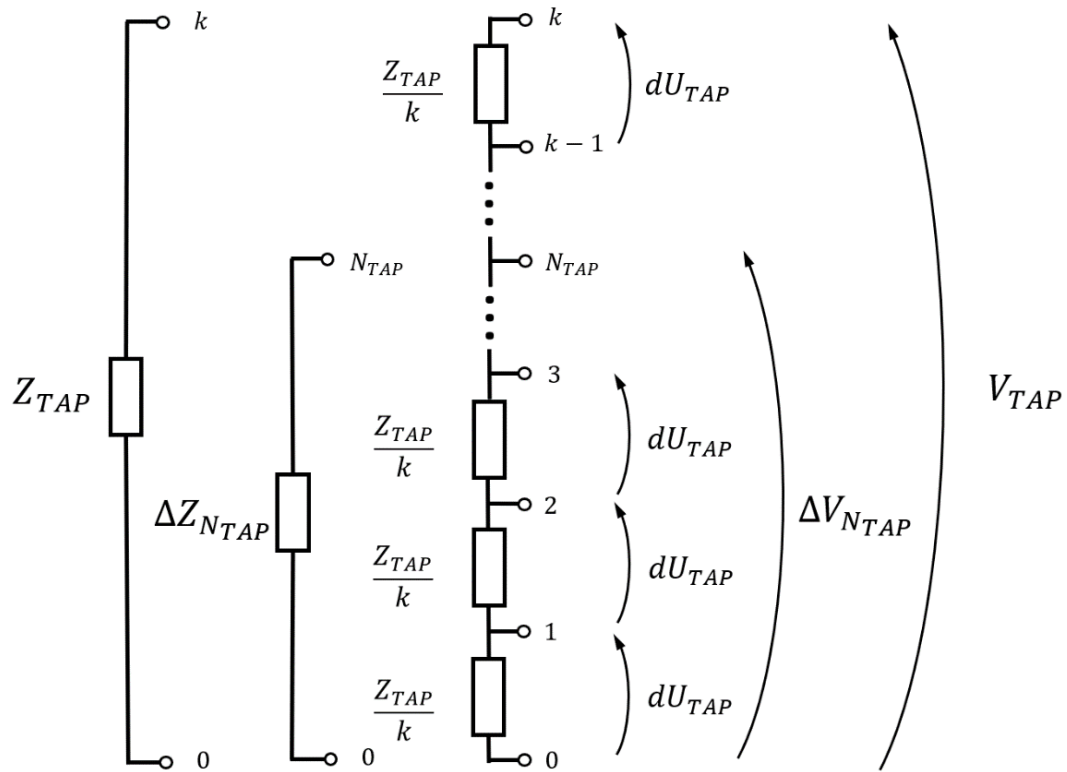
Z_2 : impedância série lado de carga do regulador;

Z_{sh} : impedância *shunt* do regulador;

Z_{TAP} : impedância total da bobina comutadora.

Observa-se que com a presença da bobina de TAP, alguns parâmetros do autotransformador se tornam variáveis, como a relação de transformação e a impedância do equipamento. Ambos valores são dependentes da posição de TAP selecionada, uma vez que o TAP se apresenta como um ponto de derivação bobina de comutação. Buscando entender melhor a relação que a variação desses parâmetros apresentam em função da posição de TAP, a Figura 2.9 apresenta uma análise mais detalhada do comutador.

Figura 2.9 – Bobina comutadora de TAP.



Fonte: Autor.

Onde,

V_{TAP} : tensão máxima de ajuste da bobina comutadora;

dU_{TAP} : variação de tensão entre cada posição de TAP;

k : posição máxima do comutador;

N_{TAP} : posição de TAP selecionada;

$\Delta V_{N_{TAP}}$: tensão da bobina para a posição N_{TAP} ;

$\Delta Z_{N_{TAP}}$: impedância da bobina comutadora para a posição N_{TAP} .

Como o diagrama apresenta, através de uma seleção de TAP igual a N_{TAP} se tem um determinado $\Delta V_{N_{TAP}}$ aplicado no secundário do regulador. Nesse contexto, podemos obter a Equação (2.12) que representa a relação de transformação, a , do regulador para uma determinada posição de TAP igual a N_{TAP} .

$$a = \frac{V_2}{V_1} = [1 + dU_{TAP} \cdot N_{TAP}] \quad (2.12)$$

Usualmente, reguladores de tensão apresentam 16 posições de TAP, k , abrangendo uma correção de $\pm 10\%$ da tensão nominal, ou seja, uma variação de tensão de 0,625% por TAP (BERNARDON et al., 2015). A elevação ou redução do nível de tensão se dá pela inversão da bobina de comutadora, de forma que o regulador apresente +16 posições para elevação e -16 posições para redução da tensão de saída. A Tabela 2.2 apresenta a relação que a posição de TAP tem com a relação de transformação de um regulador do Tipo-A em operação nominal. Ressalta-se que para reguladores do Tipo-B, uma elevação da posição de TAP, ocasiona em uma redução na relação de transformação de tensão.

Tabela 2.2 – Relação de transformação em função da posição de TAP.

Elevação		Redução	
N_{TAP}	a	N_{TAP}	a
16	1,10000	-16	0,90000
15	1,09375	-15	0,90625
14	1,08750	-14	0,91250
13	1,08125	-13	0,91875
12	1,07500	-12	0,92500
11	1,06875	-11	0,93125
10	1,06250	-10	0,93750
9	1,05625	-9	0,94375
8	1,05000	-8	0,95000
7	1,04375	-7	0,95625
6	1,03750	-6	0,96250
5	1,03125	-5	0,96875
4	1,02500	-4	0,97500
3	1,01875	-3	0,98125
2	1,01250	-2	0,98750
1	1,00625	-1	0,99375
0	1,00000	0	1,00000

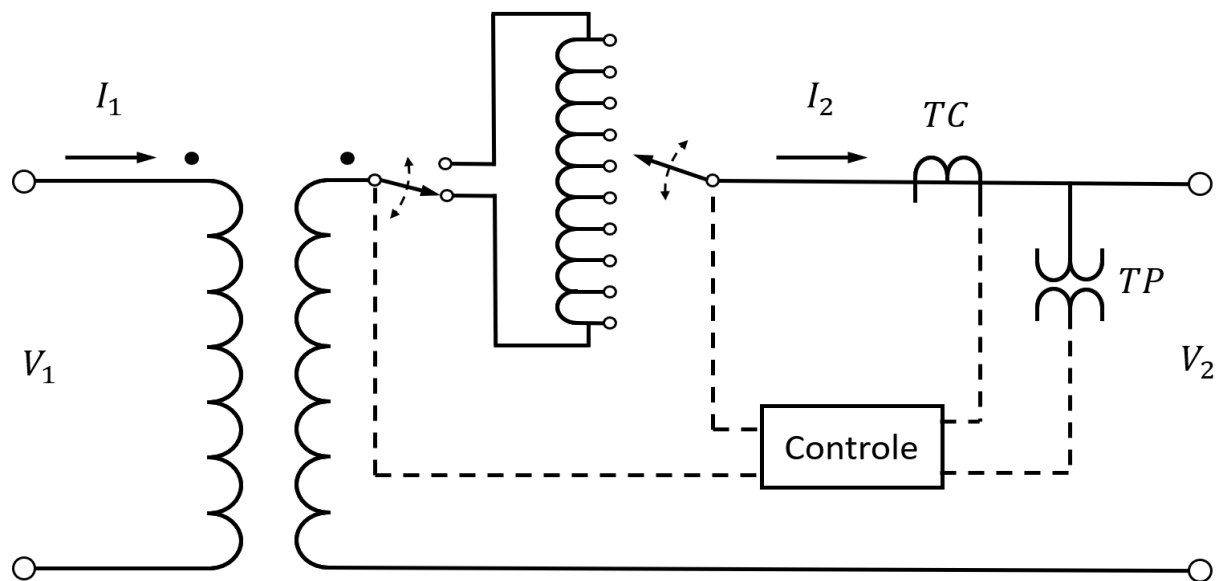
Fonte: Autor.

2.1.3.3.2 Aspectos Operacionais

Para se ter um comando e ajuste correto da posição de TAP necessária para um determinado nível de tensão de operação, o regulador de tensão dispõem de um sistema de medição e controle do comutador. Usualmente os equipamentos responsáveis pela medição, Transformador de Corrente (TC) e Transformador de Potencial (TP), são conectados no lado de carga do equipamento. Uma vez mensurados esses sinais elétricos, eles são enviados para um sistema de controle do equipamento. A função do controle é basicamente identificar se há

alguma transgressão dos níveis de tensão e, caso sim, definir qual a melhor posição de TAP para que aquele equipamento possa corrigir os seus níveis de tensão, enviando ao final um comando para o motor de passo responsável pelo ajuste da posição do TAP. A partir de parametrizações externas do operador, o controle realiza uma série de cálculos para identificação dos parâmetros internos do equipamento, além de possuir sistemas de memória e comunicação. Na Figura 2.10 é apresentado um esquemático do sistema de medição e de controle do regulador monofásico.

Figura 2.10 – Diagrama de controle do comutador.



Fonte: Autor.

Tradicionalmente o controle da seleção de TAP é feito pelo *Line Drop Compensator* (LDC) que, através do TP e TC obtém dados de corrente e tensão, modela a queda de tensão entre o equipamento e o centro de carga da rede. Com o valor de queda, o sistema auxiliar é capaz de definir a melhor posição de TAP para justar o nível de tensão do centro de carga o mais próximo possível da tensão de referência, V_{ref} , (KERSTING, 2002).

Porém, é possível desenvolver uma análise direta de controle de TAP, visando corrigir os níveis de tensão na saída de regulador, lado de carga, onde um correto ajuste satisfaz o perfil de tensão do alimentador como um todo. Visando essa abordagem, é necessário obter uma equação que defina a posição de TAP, N_{TAP} , necessária para se obter uma tensão, no lado de carga, mais próxima possível da tensão de referência desejada. Dessa forma, rearranjamos a Equação (2.12), obtendo as Equações (2.13) e (2.14) (PEREIRA, 2014).

$$V_{ref} = V_1 \cdot [1 + dU_{TAP} \cdot N_{TAP}] \quad (2.13)$$

$$N_{TAP} = \frac{V_{ref} - V_1}{V_1 \cdot dU_{TAP}} \quad (2.14)$$

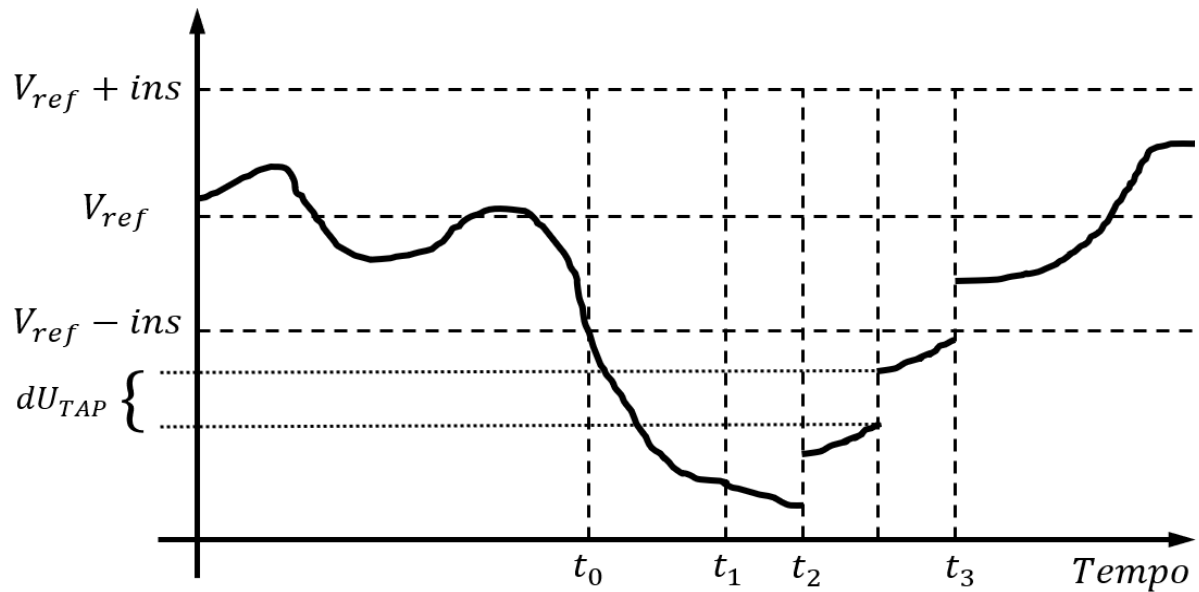
Onde,

V_{ref} : nível de tensão desejado no lado de carga.

Antes do envio de um comando de ajuste para o comutador, o controle do regulador também é responsável por uma temporização do equipamento. A temporização tem intenção de evitar comutações desnecessárias do regulador, de forma que ao detectar alguma violação nos níveis de tensão, o controle esperar um determinado tempo para confirmar se essa violação é apenas de natureza transitória ou se caracteriza como uma real transgressão de tensão, necessitando de ajuste.

Da mesma forma, se utiliza o conceito de faixa de insensibilidade no controle de reguladores de tensão. A insensibilidade é uma faixa percentual, aplicada de forma positiva e negativa sobre um valor de referência, onde flutuações de tensão dentro desses níveis são aceitas. A comutação excessiva de reguladores traz um impacto negativo, tanto para o equipamento em si aumentando a sua fadiga, como para a rede, pois cada comutação causa transitórios nas cargas e ainda gera harmônicas. Na Figura 2.11 é apresentada a sequência de temporização do equipamento.

Figura 2.11 – Temporização dos reguladores de tensão.



Fonte: Adaptado de (PEREIRA, 2009, p. 36).

A temporização inicia no momento de detecção de um nível de tensão fora da faixa de insensibilidade definida. A partir desse momento, o sistema continua seu monitoramento e caso entre o intervalo de t_0 e t_1 os níveis retornem para dentro da faixa de insensibilidade aceita, o controle reinicia a sua temporização, esperando uma nova violação. O tempo típico de t_1 é entre 15 a 30 segundos, nesse trabalho se utiliza 18 segundos a contar a partir de t_0 . Porém, caso o sistema de monitoramento atinja t_1 e a transgressão permaneça, o controle realiza o cálculo para correção da posição TAP e envia o comando para o comutador. Sendo o comutador um sistema eletromecânico, existe um intervalo de tempo entre comutações, que abrange a inércia do motor de passo e o tempo de transitório da rede para cada comutação de TAP, t_2 , igual a * segundos. Sendo então t_1 uma parametrização definida pelo operador e t_2 um tempo definido pelo próprio comutador, é possível estimar o tempo total, t_3 , que o equipamento levará para realizar a correção a partir do recebimento do comando, Equação (2.15).

$$t_3 = t_0 + t_1 + t_2 \cdot N_{TAP} \quad (2.15)$$

2.2 PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES

O tradicional sistema de distribuição pôde ser facilmente classificado e definido por um longo período de tempo, uma vez que o mesmo era unicamente de característica radial, com fluxo de potência direcional e perfil de consumo bem definido, (AZZOUZ; FARAG; EL-SAADANY, 2017). Durante esse período, o sistema não apresentou grandes mudanças, de forma que o seu controle e operação eram unicamente baseados em curvas típicas de consumo diário para diferentes cenários, como dias da semana e estações do ano. Sendo o controle de tensão um antigo problema, a tradicional rede de distribuição podia ser facilmente corrigida por equipamentos usuais, que apresentavam baixa flexibilidade.

Considerando a crescente dinâmica e intermitência que as redes vêm apresentando, as tradicionais topologias de controle e operação não têm sido capazes de acompanhar as necessidades do sistema. Logo, novas metodologias, que considerem comunicação e acionamentos dinâmicos, têm sido desenvolvidas. A característica de intermitência exige uma rápida, eficiente e condizente resposta dos dispositivos de controle da qualidade de energia da rede, como o RT (FARAG; EL-SAADANY; SEETHAPATHY, 2012).

Os reguladores são equipamentos antigos e amplamente utilizados pelas concessionárias de energia, principalmente a nível nacional, uma vez que o sistema de distribuição brasileiro apresenta uma grande flutuação dos níveis de tensão devido as grandes extensões dessas redes. Como apresentado, os reguladores apresentam uma metodologia de funcionamento relativamente simples, baseada em mudar gradativamente a relação de espiras de um transformador série do alimentador, elevando ou rebaixando a tensão a partir daquele ponto. Propor e implementar novos métodos para controle desse acionamento se torna algo acessível, uma vez que o controlador, já presente no RT, é o sistema eletrônico responsável por acionar o comutador e ajustar a sua relação de transformação.

Autores propõem metodologias do controle que integrem diferentes parâmetros, não só os medidos e definidos pelo equipamento local, mas também provenientes de outros equipamentos da rede. Assim como são propostas metodologias que utilizam meios de comunicação e automação para agregar uma maior flexibilidade ao equipamento, podendo esse operar de forma global, recebendo comandos de sistemas supervisórios, uma tendente necessidade do cenário de *Smart Grid*.

A proposta de utilizar comunicação nos reguladores para centralizar o controle visa justamente oportunizar o desenvolvimento de um controle global na operação desses equipamentos, uma vez que podem existir até três deles em série dentro de um mesmo

alimentador. Recebendo medidas em tempo real, o sistema supervisor SCADA, localizado no COS da rede, tem a responsabilidade de hierarquizar o comando de cada regulador de tensão, considerando o estado de operação de cada um deles, além de ponderar a impacto da operação que cada um apresentará no outro. Quando não considerada essa influência, os reguladores podem apresenta comutações excessivas e inadequadas, o que prejudica a vida útil do equipamento, além de comprometer a confiabilidade e qualidade do sistema (PEREIRA, 2014). Nessa proposta, o sistema SCADA tem a responsabilidade de centralizar todas as informações recebidas dos equipamentos e a partir delas encontrar o comando mais adequado para cada regulador.

Alguns autores propõem metodologias de controle de tensão que utilizam de ferramentas auxiliares, como *Fuzzy*, para chegar a uma melhor resposta de correção do sistema, podendo otimizar, não somente os níveis de tensão, mas também as perdas de potência do sistemas (LOIA; VACCARO, 2011). Tendo em mente aumento contínuo de GDs ao longo dos alimentadores, autores buscam métodos mais refinados para integrar controles locais e globais, onde a GD também se mostra como um agente ativo no papel de controle dos níveis de tensão (FALLAHZADEH-ABARGHOU EI et al., 2017)

Métodos globais mais avançados requerem um melhor conhecimento dos estados elétricos da rede, antes de definir uma correção e ajuste dos equipamentos. Para estimar esses estados, são utilizados métodos matemáticos que, através do monitoramento e dos parâmetros do sistema, conseguem estimar níveis de tensão em cada nó da rede. Tendo em mente a complexidade e o elevado número de nós que as redes de distribuição apresentam, alguns métodos de estimação de estados utilizam de medidas remotas reais e pseudo-medidas, obtidas através de dados históricos e métodos diretos como o cálculo do fluxo de potência, para estimação dos estados da rede, uma vez que não se tem o nível de monitoramento necessário (MILBRADT, 2015).

Com a crescente complexidade que as redes vêm tomando, assim como os métodos de solução vêm apresentando, é possível que grandes sistemas apresentem dificuldades de estudo. Os sistemas de distribuição apresentam característica de possuir um elevado número de elementos, assim como possibilidades de operações dos mesmos. Nesse sentido, alguns estudos vêm buscando propor novas topologias para análise de sistemas desse tipo, uma delas é aplicar uma subdivisão da rede de análise, categorizando essas regiões em blocos funcionais. Os blocos funcionais permitem que os recursos sejam organizados de forma a fornecer informações suficientes para realizar análises avançadas de uma região geoeletrica, assim como simplificar a análise do sistema como um todo (GARCIA, 2018).

2.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Como apresentado, os sistemas de distribuição têm passado por uma grande mudança nas suas características, que por muito tempo se mantiveram quase que constantes. Nesse sentido, o surgimento do ambiente *Smart Grid* tem proporcionado um crescente desenvolvimento de propostas que adaptem as tradicionais técnicas de controle e operação à atual necessidade que a rede apresenta. Essas propostas tendem a agregar um maior nível de flexibilidade ao sistema, não os deixando unicamente dependentes de históricos e previsões de carga. Para implementação dessas novas metodologias, os tradicionais e confiáveis métodos sempre servirão como auxílio na elaboração e fundamentação da proposta.

Nesse contexto, a metodologia desenvolvida por esse estudo se baseia fortemente nas propostas de (PEREIRA, 2014), (MILBRADT, 2015) e (GARCIA, 2018). Através de uma topologia de controle global de reguladores de tensão, o sistema supervisor aplica de uma abordagem de subdivisão da rede em regiões, facilitando e flexibilizando a solução do problema de correção dos níveis de tensão do alimentador. Além do mais, a metodologia de controle utiliza de métodos matemáticos aplicados a essas regiões para conseguir entender o comportamento da rede no momento de realizar a correção e também prever o impacto que a correção acarretará na rede como um todo.

3. SIMULAÇÃO DIGITAL EM TEMPO REAL

3.1 DEFINIÇÃO E CONCEITO

Os sistemas elétricos de potência, apresentando elevados níveis de tensão, assim como de potência transmitida, exigem uma grande confiabilidade e qualidade na sua operação. Dessa forma, a possibilidade de desenvolvimento e implementação de novas tecnologias nesse tipo de sistema acaba sendo restrita e de difícil acesso. Não é viável, tecnicamente e financeiramente, testar novas tecnologias diretamente nesses sistemas, uma vez que qualquer falha ou operação indevida pode acarretar em um colapso de todo conjunto, assim como pode se ter reclamações e penalidades às concessionárias. Nesse contexto, antes de uma implementação real, qualquer nova proposta precisa ser primeiramente validada (REHTANZ; GUILLAUD, 2016). Nessa linha de testes, tecnologias computacionais têm mostrado grandes avanços no quesito de confiabilidade dos seus resultados, além de terem aumentado a sua acessibilidade com a redução do custo de aquisição (BÉLANGER; VENNE; MEMBER, 2016).

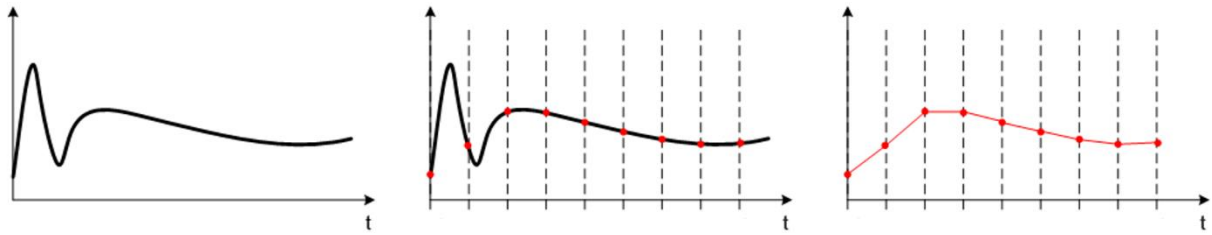
Na concepção de testes na área de sistema de potência, deve se considerar que no geral os modelos tendem a ser compostos por um grande número de elementos, onde cada um apresenta diferentes dinâmicas e estratégias de controle (BOZIN, 1998). O papel de uma modelagem computacional é representar com alta fidelidade e precisão a funcionalidade de um determinado sistema real, fornecendo resultados e um comportamento bem próximo do que esse sistema apresentaria em sua operação real. Com uma boa modelagem também é possível submeter um mesmo modelo a diferentes cenários de teste e patamares extremos de operação, que se fossem implementados e testados de maneira real, precisariam de um alto investimento financeiro, além de que iriam contar com uma alta periculosidade.

O tema de simulação digital em tempo real vem sendo amplamente utilizado no campo de testes para validação de controles e equipamentos aplicados à sistemas elétricos de potência. Esse conceito se baseia em simuladores digitais que são plataformas computacionais com elevado nível de processamento e que apresentam alta confiabilidade em seus resultados. Além de poder garantir a fidelidade dos modelos dentro de um ambiente digital, simuladores digitais em tempo real apresentam uma grande abrangência de testes, uma vez que através da sua plataforma digital se tem liberdade para modelar diferentes tipos de equipamentos e cenários.

O termo de simulação em tempo real se refere ao conceito de testes que buscam obter a resposta dinâmica de um determinado sistema no mesmo intervalo de tempo em que o modelo

real levaria em sua operação. Para tornar isso possível, a simulação é composta por um *sample time*, T_s , intervalo de tempo de amostragem do sistema, muito pequeno e fixo, bem como uma capacidade de processamento muito elevada para conseguir processar todas as equações e sinais dentro desse pequeno intervalo de tempo. Na Figura 3.1 podemos observar a análise de um sinal dinâmico com um elevado intervalo de amostragem.

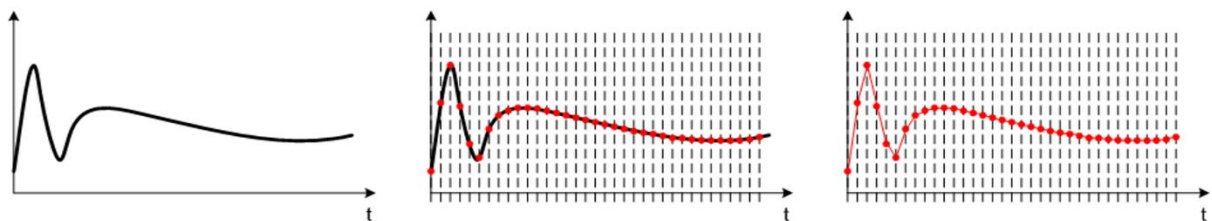
Figura 3.1 – Análise de um sinal com *sample time* elevado.



Fonte: OPAL-RT Technologies.

Observa-se que a dinâmica de resposta do sistema é muito mais rápida que o *sample time* de processamento, isso faz com que o processamento do modelo perca informações características do comportamento desse sistema. A definição de T_s é em função do nível de dinâmica que o sistema de estudo apresenta, onde se busca processar os seus principais comportamentos. A Figura 3.2 apresenta o processamento da resposta desse mesmo modelo, porém agora com um T_s baixo.

Figura 3.2 – Análise de um sinal com *sample time* reduzido.

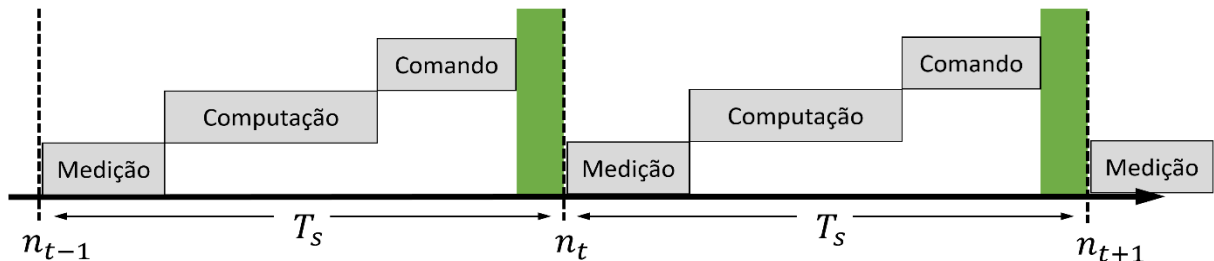


Fonte: OPAL-RT Technologies.

Durante o intervalo de *sample time*, o *solver* do processador é responsável por três principais funções: medir os dados da computação anterior, computar e fornecer uma nova resposta de estado para a próxima etapa do sistema. Porém, na metodologia de simulação em tempo real, é exigido que todas essas funções sejam desenvolvidas dentro do intervalo de tempo do *sample time*, respeitando o momento de início do próximo *step time*, n_t , amostragem do

sistema no tempo t . A Figura 3.3 apresenta um processamento onde o tempo de processamento respeita o *sample time*.

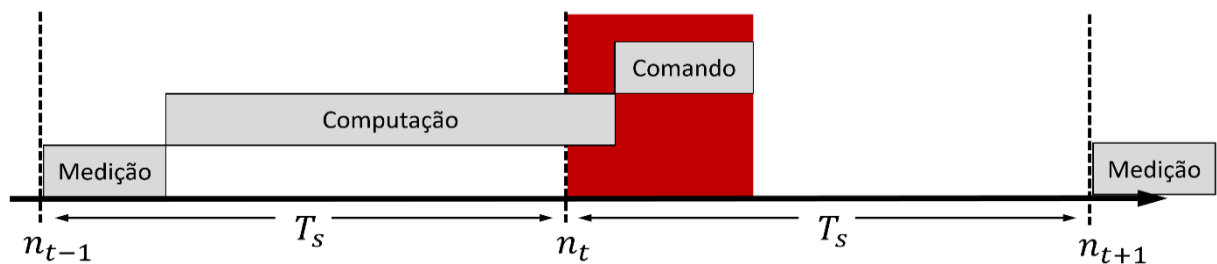
Figura 3.3 – *Sample time* sem *overrun*.



Fonte: Autor.

No início de cada *sample time*, o sistema realiza a medição da resposta do modelo para o estado do *sample time* anterior. A partir disso, se inicia a computação desses dados através das equações matemáticas que regem o modelo, fornecendo um novo estado e comando ao modelo. Uma vez que essas três funções devem ser realizadas dentro de um intervalo fixo de *sample time*, no momento em que T_s é maior que o tempo total necessário para o processamento das três funções o sistema gera um tempo ocioso, onde ele finaliza as suas funções e aguarda até o final do T_s para então poder iniciar um novo processamento. O *sample time* fixo torna possível que o solver tenha como referência um valor de tempo real, uma vez que ele se baseia em segundos passados. De forma contrária, caso as três funções demorem mais que o T_s definido, ocorre o denominado *overrun*, situação onde o tempo T_s é ultrapassado e o processador perde a sua referência de tempo, não analisando mais o modelo em tempo real. A Figura 3.4 apresenta um processamento onde o tempo total necessário para analisar as três funções é maior que o *sample time*, o que acarreta em *overrun*, onde o próximo T_s é perdido.

Figura 3.4 – *Sample time* com *overrun*.



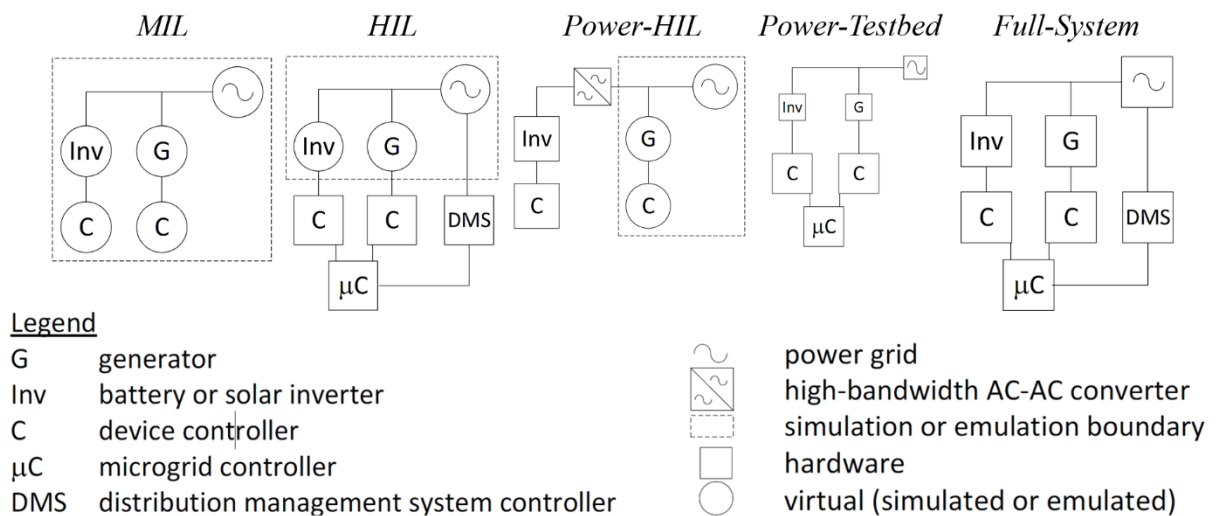
Fonte: Autor.

Como apresentado, os modelos de sistemas de potência apresentam um elevado número de elementos em suas topologias. Dessa forma, para conseguir um reduzido T_s , sem que o modelo apresente *overruns*, os simuladores digitais em tempo real dividem o modelo elétrico em conjuntos de equações menores e distribuem elas em diferentes núcleos de alto processamento (YAMANE et al., 2016). Dessa forma, em uma análise de grandes sistemas de potência, o valor de T_s deve ser definido com precisão, de forma que esse valor seja reduzido a ponto de captar as principais dinâmicas do modelo e de forma a também respeitar o tempo total necessário para o processamento computacional do modelo sem causar *overruns*.

3.2 MODELOS SIMULACIONAIS

O conceito de simulação digital em tempo real também é definido pela possibilidade de interação de dispositivos físicos reais com a simulação virtual (KUFFEL; FORSYTH; PETERS, 2016). Esse tipo de análise se torna possível devido ao conjunto de portas analógicas e digitais, *In/Out* (I/O), presentes em simuladores desse tipo, formando uma ponte entre o modelo digital e sinais do mundo real. As diferentes topologias de testes, *testbeds*, que se baseiam na resposta em tempo real do modelo podem ser categorizadas de acordo com o seu nível de contato com o ambiente real. Na Figura 3.5 são apresentadas as topologias mais utilizadas para testes de sistemas de potência.

Figura 3.5 – Principais topologias de *testbeds*.



Fonte: Adaptado de (SALCEDO et al., 2016, p. 2).

Além disso, cada topologia é avaliada por três principais características, sendo elas: o custo, fidelidade e abrangência. O custo da topologia de teste é referente a quanto seria gasto para construir, desenvolver e operar esse sistema. Já a fidelidade representa quão precisos e confiáveis são os resultados apresentados pela *testbed*. Por fim, a abrangência representa qual é a faixa operacional que pode ser testada nessa configuração (SALCEDO et al., 2016). Com base nessas três principais características, cada tipo de *testbed* apresenta pontos fortes e fracos.

3.2.1 Model-In-the-Loop

O conceito de *Model-In-the-Loop* (MIL) é baseado na ideia de modelar o sistema de estudo em uma plataforma computacional, como MATLAB/Simulink, onde através de um diagrama de blocos, é possível modelar e representar os principais elementos que compõem esse sistema. O conceito de *loop* propõe que esse modelo deva ser testado em simulações de característica tempo real. Esse tipo de teste apresenta um baixo preço, média fidelidade e alta abrangência.

3.2.2 Hardware-In-the-Loop

O conceito de *Hardware-In-the-Loop* (HIL) é uma das abordagens mais utilizadas dentro de tema de simulação em tempo real. Nela se considera um *loop* fechado entre o simulador, representando a planta modelada, e um equipamento fisicamente real. O equipamento físico recebe e envia dados de baixa magnitude para a simulador digital através das portas I/O. Essa topologia de testes apresenta um baixo preço, alta fidelidade e média abrangência.

3.2.3 Power-Hardware-In-the-Loop

O *Power-Hardware-In-the-Loop* (P-HIL) é uma aplicação de HIL, porém nesse tipo de teste o equipamento real apresenta sinais de comunicação com amplitudes médias, geralmente a níveis usuais de TC e TP de potência. Esses níveis não condizem com os baixos níveis que simuladores apresentam, de forma que essa *testbed* necessite de amplificadores para intermediar a comunicação entre o equipamento e o simulador digital em tempo real. Esse tipo de *testbed* apresenta um alto preço, alta fidelidade e média abrangência.

3.2.4 Power-Testbed

O *Power-Testbed* é baseado no conceito de reproduzir o sistema de estudo em uma *testbed* real, com sinais de baixa e média magnitude, não utilizando modelagens computacionais nem simuladores digitais. Esse método apresenta um alto preço, alta fidelidade, e baixa abrangência.

3.2.5 Full-System

O sistema de teste *Full-System* é o mais confiável em termos de resultados. Nessa abordagem o equipamento e controles são conectados diretamente a um sistema real, com magnitudes a níveis reais. Essa metodologia de teste *Full-System* tem um custo muito elevado, assim como uma altíssima fidelidade de resultados, porém apresenta uma baixa abrangência.

3.3 SOFTWARE SIMULACIONAL RT-LAB

O RT-LAB é um software da empresa OPAL-RT Technologies, responsável por integrar e interagir o MATLAB/Simulink diretamente com o simulador digital em tempo real, proporcionando uma análise em tempo real do modelo. A OPAL-RT Technologies apresenta diversas plataformas simulacionais que possibilitam desde o desenvolvimento do modelo até a análise em tempo real dele, como HYPERSIM, eMEGASIM, ePHASORSIM e eFPGASIM. Este presente estudo utiliza da plataforma RT-LAB, que é o software da companhia responsável por integrar modelos desenvolvidos no MATLAB/Simulink ao simulador digital em tempo real.

A utilização do RT-LAB se dá basicamente em cinco etapas:

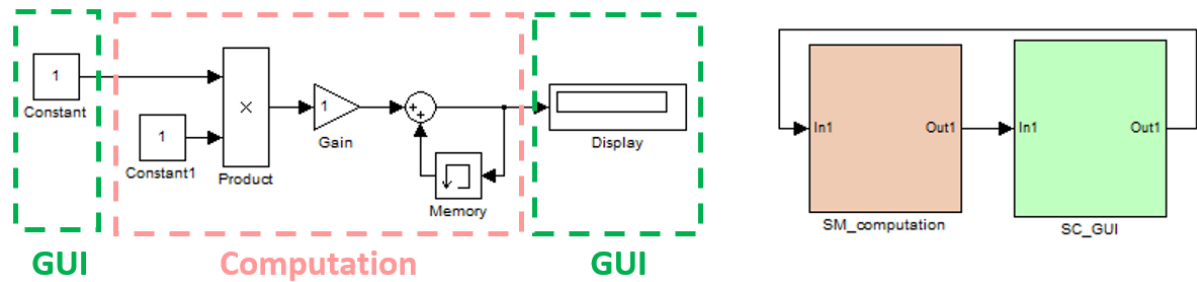
- a) Modelagem do sistema no MATLAB/Simulink;
- b) Adequação do modelo aos requisitos do RT-LAB;
- c) Transformação do modelo a um sistema em tempo real através do RT-LAB;
- d) Simulação em tempo real do modelo utilizando o simulador digital em tempo real;
- e) Interação, análise e armazenamento dos sinais simulacionais.

Uma vez que se tempo o sistema modelado na plataforma MATLAB/Simulink, o sistema do simulador impõe dois principais requisitos que o modelo deve apresentar para que esse possa ser simulado e analisado em tempo real. O primeiro deles é a categorização do modelo em três tipos de subsistemas:

- *Subsystem Console (SC)*: O SC é o subsistema processado pelo computador do usuário e não pelo simulador digital em tempo real. Ele é responsável por conter todos elementos de análise e comando do modelo, uma vez que ele é o único subsistema que o usuário poderá acessar durante a simulação digital em tempo real.
- *Subsystem Master (SM)*: O SM é o subsistema que estipulará a referência de tempo real para o restante da simulação. Nele estará contido os principais elementos do modelo, como redes elétricas, máquinas elétricas, sistemas de controle, etc. Durante a simulação o usuário não terá acesso a esse modelo, uma vez que ele é inteiramente processado pelo simulador digital em tempo real.
- *Subsystem Slave (SS)*: O SS é um subsistema de características similares ao SM, uma vez que não se tem acesso a ele durante a simulação pois ele é inteiramente processado pelo simulador digital em tempo real. Contudo, o modelo só pode apresentar um subsistema do tipo SM, responsável pela referência de tempo real, dessa forma, o SS é um subsistema que contém elementos importantes do modelo, porém é submisso ao SM.

O modelo deve conter apenas um SC e um SM, porém pode ou não conter um ou mais subsistema SS. A utilização de apenas um SM ou de um SM e outros SS será de acordo com a necessidade e complexidade do modelo desenvolvido. Ao se utilizar subsistemas SS é possível separar o modelo em núcleos. O simulador digital em tempo real da OPAL-RT adquirido pela Universidade Federal de Santa Maria apresenta 8 núcleos, de forma que ao utilizar subsistemas SS é possível alocar os diferentes subsistemas, SS e SM, nesses núcleos e simular o modelo de forma paralela. Essa abordagem é destinada a sistemas muito grandes, onde um só núcleo não é capaz de processar o modelo, respeitando o *sample time* desejado pelo usuário. A Figura 3.6 apresenta um diagrama capaz de exemplificar a categorização de um modelo em subsistemas SC e SM.

Figura 3.6 – Categorização do modelo.



Fonte: OPAL-RT Technologies.

O MATLAB/Simulink apresenta diferentes métodos de solução para o modelo desenvolvido pelo usuário, esses métodos são denominados *solvers*. Cada um apresenta seus pontos fracos e fortes de acordo com a aplicação. Sendo o MATLAB/Simulink uma plataforma de simulação em não tempo real a OPAL-RT Technologies possui um *solver* próprio denominado ARTEMiS (*Advanced Real-Time Electro-Magnetic Solvers*). Esse método de solução é aplicado ao modelo desenvolvido no MATLAB/Simulink e é responsável por cumprir os requisitos de tempo real, baixo intervalo de *sample time* e sincronismo da simulação com a resposta em tempo real.

3.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

O capítulo realizou uma contextualização do tema de validação de testes voltados para sistemas elétricos de potência, mostrando a sua influência na confiabilidade, qualidade e continuidade da operação. Tendo em vista que o conceito de simulação em tempo real vem sendo cada vez mais utilizado, mas mesmo assim ainda pouco conhecido, buscou-se apresentar em detalhes todas as principais características, assim como as definições do assunto.

Assim como novas tecnologias necessitam de testes para validar a sua proposta, o presente estudo, baseado em uma metodologia de controle de sistemas de distribuição, será submetido a testes que validam a sua eficácia e funcionalidade. Os testes realizados são de topologia MIL, onde o modelo proposto é implementado na plataforma MATLAB/Simulink e utiliza do simulador digital da OPAL-RT Technologies para simular o mesmo em tempo real.

4. METODOLOGIA DO CONTROLE LÓGICO DE TENSÃO

O presente trabalho visa desenvolver uma metodologia de controle lógico aplicada a reguladores de tensão. A metodologia tem como objetivo melhorar e estabilizar os níveis de tensão primária de alimentadores, assim como reduzir o número de comutações de cada equipamento. A proposta integra aspectos de automação, comunicação e medição, além de contar com métodos matemáticos interativos e fluxos de potência para buscar a posição de TAP mais adequada durante uma correção. A topologia geral da metodologia de controle é subdividida em duas diferentes formas de operação do equipamento, sendo ambas apresentadas em detalhes na sequência.

4.1 METODOLOGIA GERAL

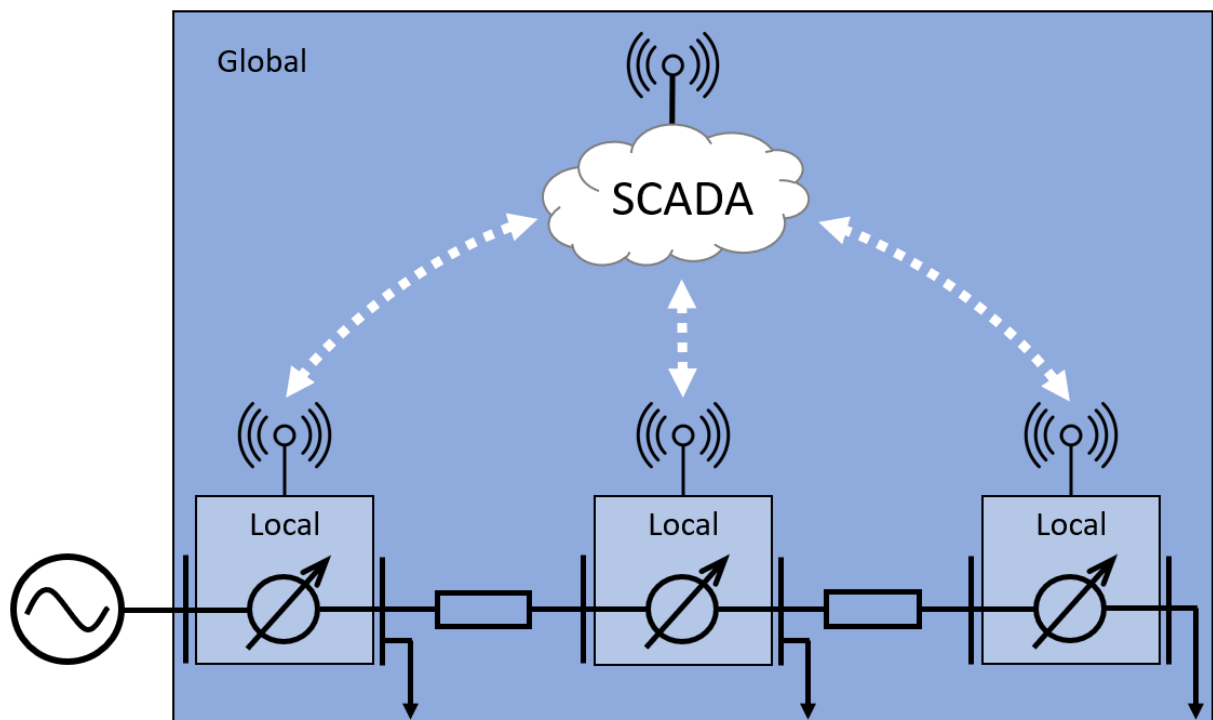
A proposta de controle é fundamentada em três diferentes tipos de metodologias de controle que o regulador poderia ser submetido. O primeiro deles se caracteriza por uma operação local e isolada, onde o regulador calcula e define localmente o seu próprio ajuste de TAP, sem meio de comunicação. Nesse caso o regulador considera apenas dados de medição e parametrizações próprias do equipamento. A atual configuração utilizada pelas concessionárias é de característica local, onde através da correta parametrização e temporização dos equipamentos, é possível se obter um certo nível de sincronismo entre a operação de cada regulador presente no alimentador.

A segunda forma de controle propõe formar um canal de comunicação constante entre todos os reguladores de tensão do alimentador com o sistema supervisório SCADA, não considerando possíveis falhas na comunicação. Uma vez que os centros de operação do sistema apresentam uma elevada capacidade de processamento, o sistema SCADA será capaz de gerenciar os dados de medição obtidos pelos reguladores, assim como de outros elementos da rede, e definir um melhor ajuste de TAP para esses equipamentos. Em análise global, também é possível observar o impacto que cada operação do regulador causará nos outros equipamentos, aspecto que pode fazer parte da tomada de decisão do controle. A terceira forma de controle a ser estudada por esse trabalho é baseada na real situação que equipamentos desse tipo enfrentariam quando submetidos a um controle global, que é a presença de falhas na comunicação entre o sistema supervisório e equipamento. Dessa forma, o regulador é obrigado

a ter que operar de forma local caso não esteja com disponibilidade de comunicação com o SCADA.

A metodologia de controle global apresentada neste estudo é baseada no trabalho desenvolvido por (PEREIRA, 2014), pioneiro na proposta e implementação de um controle global e hierárquico em reguladores de tensão. A Figura 4.1 visa apresentar a concepção geral da metodologia de controle local e global de reguladores.

Figura 4.1 – Topologia geral da proposta.



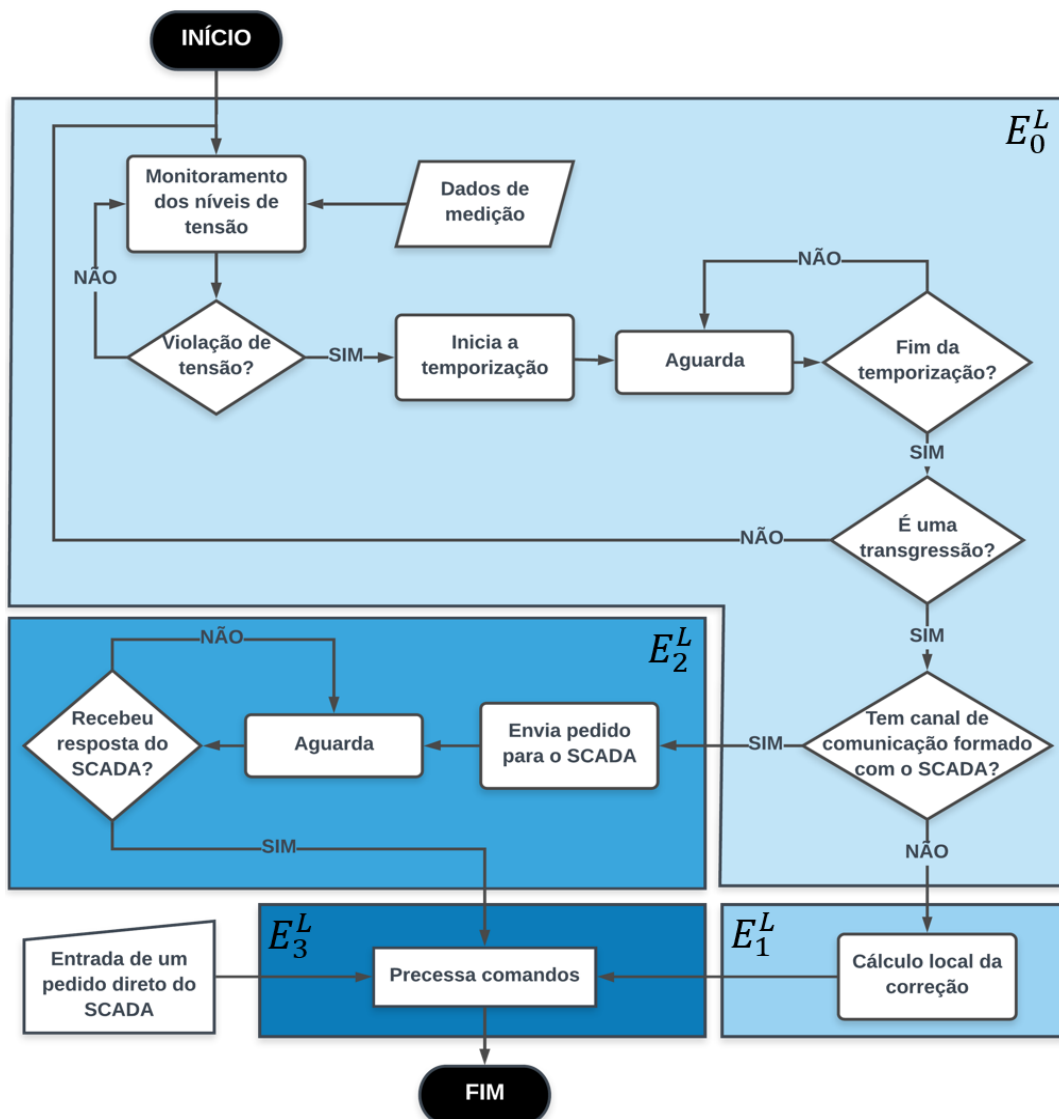
Fonte: Autor.

4.2 CONTROLE LOCAL

O controle local se baseia na tradicional forma de operação dos reguladores de tensão. Através do sistema de medição, o próprio controlador do equipamento monitora os níveis de tensão até que haja uma violação dos limites de insensibilidade. A partir da detecção dessa violação, ele inicia a temporização do equipamento, como apresentado na Figura 2.9. Caso a violação se confirme como uma transgressão, então o controle local processa a posição de TAP necessária para realizar o ajuste de tensão, enviando o comando diretamente para o comutador.

O que difere a tradicional operação do regulador da proposta de controle local apresentada por este trabalho, é que após a confirmação da transgressão, o próprio sistema do regulador testa o canal de comunicação entre ele e o sistema supervisionado SCADA. Caso haja um canal formado, os dados de medição e temporização do equipamento são enviados ao supervisor e, a partir disso, o sistema local entra em operação global e aguarda receber comandos desse sistema SCADA. Por outro lado, caso não haja um canal de comunicação entre o equipamento e o sistema supervisor, o regulador finaliza a sua operação localmente, calculando de forma independente a correção de TAP necessária, como propõem a operação tradicional. A Figura 4.2 apresenta um fluxograma completo do sistema de controle local do regulador.

Figura 4.2 – Diagrama funcional do controle local.



Nesse estudo é proposto uma categorização do sistema lógico de controle por estágios sequenciais, onde cada estágio representa um estado do controle. No fluxograma da Figura 4.2 são apresentados os quatro estágios do controle local. Sendo o estágio zero do controle local, E_0^L , o estágio inicial de controle, nele é feito um monitoramento contínuo dos níveis tensão do equipamento. Internamente E_0^L é responsável por detectar e temporizar as violações, assim como é responsável por testar o canal de comunicação no momento de confirmação da transgressão. A partir da confirmação de transgressão e teste do canal, E_0^L pode encaminhar o sistema de controle tanto para E_1^L , como para E_2^L . Caso não tenha sido formado um canal de comunicação, devido alguma falha do sistema de comunicação, E_0^L é encaminhado para E_1^L , onde o cálculo da correção de TAP é feito de forma local. Na sequência, com os ajustes definidos, E_1^L é encaminhado diretamente para E_3^L . De forma contrária, caso tenha sido formado o canal de comunicação entre o regulador e o sistema supervisorio, E_0^L é encaminhado para E_2^L , onde os dados de medição são enviados ao SCADA, juntamente com um pedido de correção. Dentro do estado E_2^L , o sistema de controle aguarda até receber uma resposta de correção do sistema supervisorio, encaminhando E_2^L para E_3^L . O estágio E_3^L é responsável por enviar o comando, recebido tanto de forma local como global, para o comutador e aguardar o término da correção. Ao final da correção o sistema retorna ao estágio E_0^L , de forma a aguardar uma nova violação. Além desse processo de análise, esse sistema é sujeito a receber a qualquer momento um comando de correção de TAP diretamente do sistema SCADA, mesmo que ele próprio não tenha detectado alguma violação de tensão. Uma vez que o sistema supervisorio possui uma ampla visão da rede e é responsável por realizar controle global, pode acontecer de que durante uma correção o sistema supervisorio julgue mais adequado para o sistema como um todo que esse regulador opere a sua posição de TAP.

4.3 CONTROLE GLOBAL

A topologia de controle global é fundamentada no canal de comunicação formado entre o sistema SCADA e os reguladores presentes na rede. Essa abordagem parte da principal premissa de que o sistema supervisorio é capaz de dispor de informações suficientemente próximas dos valores reais de operação que a rede apresenta no momento de um pedido de correção. As informações de medição recebidas pelo SCADA, através do meio de comunicação, têm a função de auxiliar o supervisorio no levantamento desse estado de operação. Na prática, para se ter conhecimento dos níveis de tensão de toda a rede são utilizados cálculos de estimação

de estados, onde a partir de diversos valores de medição, além dos parâmetros da rede, se consegue estimar o estado de operação do alimentador. O presente estudo não visa abordar diretamente o tema de estimação de estados, mas busca desenvolver e validar uma topologia de controle global, capaz de realizar um correto ajuste das posições de TAP, uma vez que se entende que o supervisor é capaz de obter conhecimento suficiente do estado da rede.

Dessa forma, o presente trabalho supõe que neste momento o supervisor conheça todos os parâmetros da rede, ou seja, todos os dados aplicados na rede de simulação são igualmente fornecidos ao sistema supervisor. Isso implica que o SCADA tenha conhecimento dos parâmetros do alimentador, assim como dos valores exatos das cargas conectadas a rede e do perfil de consumo que elas apresentam ao longo da análise de um dia.

A partir dessas pressuposições, é possível que o sistema global utilize diretamente de métodos de cálculo de fluxo de potência para definir os níveis de tensão de todos os nós da rede, uma vez que não se tem incertezas sobre esses valores. Em um estudo mais avançado, entre o momento de recebimento dos dados de medição dos reguladores e do fornecimento do perfil de tensão para o controle global, haverá um sistema intermediário capaz de estimar, com uma reduzida faixa de erro, os estados de operação que a rede se encontra.

Como objetivo principal, o controle global busca realizar um correto ajuste dos reguladores de tensão de forma a corrigir os níveis de tensão de todos os nós da rede. Dessa forma, é realizada uma análise no sentido de jusante a montante, onde a influência que cada operação proporcionará nos outros equipamentos é considerada. Para isso, no controle global é proposta uma abordagem de fracionamento da rede em blocos funcionais onde regiões são categorizadas de acordo com a quantidade e com a localização dos reguladores no alimentador. Essa metodologia é apresentada em detalhes na sequência.

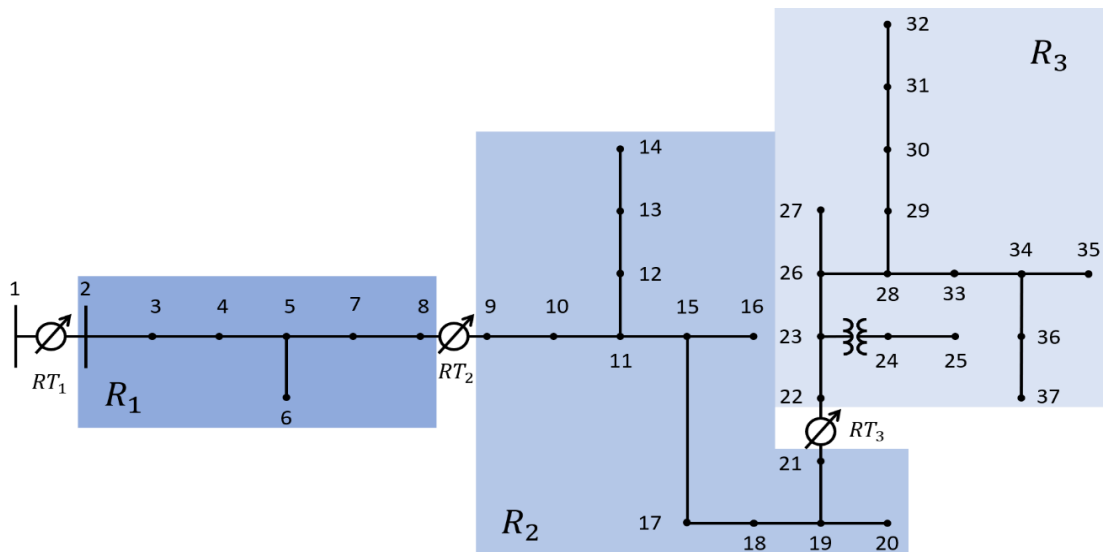
4.3.1 Metodologia para Definição das Posições de TAP

Esta metodologia de controle global utiliza de tradicionais métodos matemáticos iterativos, como o fluxo de potência através do somatório de potências. Contudo, se propõe uma aplicação fracionada desse método sob diferentes regiões rede de análise. Essas regiões, R , são definidas de acordo com a quantidade e localização dos reguladores, n , do alimentador, de forma a proporcionar subsistemas solucionáveis de forma sequencial.

O sistema de estudo apresenta três reguladores de tensão em cascata, sendo o primeiro deles um OLTC localizado na subestação do alimentador. Dessa forma, propõe-se uma

aplicação do método de fluxo de forma fracionada, onde a rede é subdividida em regiões e cada região é analisada de forma separada, uma vez que cada uma delas pode ser considerada como um bloco funcional da rede. A Figura 4.3 apresenta o fracionamento da rede em regiões, onde cada região é dependente e referenciada por um dos reguladores instalados ao longo do alimentador.

Figura 4.3 – Fracionamento da rede em regiões.



Fonte: Autor.

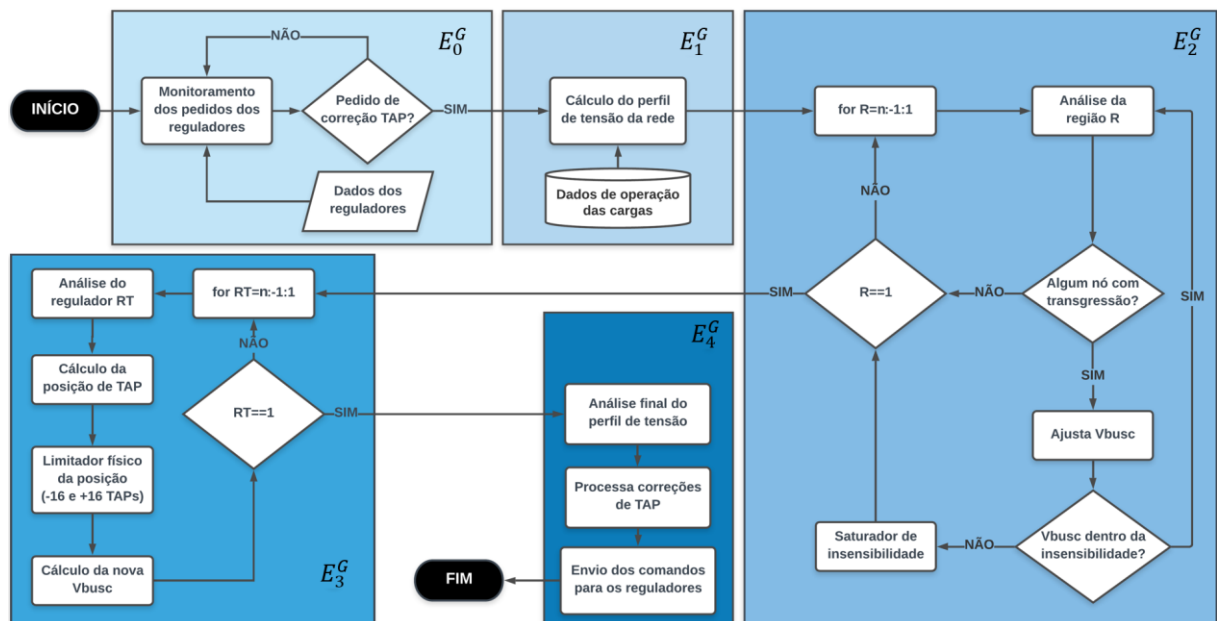
Uma vez que o sistema supervisório é capaz de se comunicar e de obter os dados de cada regulador no momento em que uma correção for solicitada, é possível utilizar desses valores para melhor compreender o estado de operação da rede. Com a metodologia de regiões é possível utilizar cada um dos valores de tensão medidos no nó de carga dos reguladores como valores iniciais de tensão de cada região aplicando-os no cálculo do fluxo de potência.

A análise é feita no sentido de jusante a montante, ou seja, iniciando pela Região 3, R_3 . É possível observar que na R_3 o lado de carga do RT_3 pode ser considerado o nó de referência para o sistema a jusante dele. Dessa forma, na análise de R_3 o método de fluxo é aplicado aos nós a jusante do nó 22, sendo esse o nó que estipula a tensão de referência para análise inicial da região. A análise termina quando o sistema convergir os valores de tensão de todos os nós, apresentado um erro entre interações menor do que 0,001 para todos os nós. O valor de potência equivalente de operação no nó 22 é referenciado para o nó 21, lado de fonte do regulador, considerando as potências dissipadas pelo próprio equipamento, sendo esse valor equivalente total repassado para a próxima região de análise, a R_2 .

Na Região 2, o nó 9 é definido como nó de referência, de forma a realizar a mesma análise aplicada a R_3 . Observa-se que nessa região é necessário considerar a carga equivalente do nó 21 referente a toda a da Região 3. Uma vez que a tensão aplicada ao nó 22 é proveniente do regulador RT_3 , define-se que após a convergência da R_3 a potência equivalente de operação da R_3 se mantém fixa até o fim do estudo de todas regiões. De forma similar, a Região 1, R_1 , tem como nó referência o nó 2, lado de carga do RT_1 . Em R_1 é considerada a potência equivalente de operação de R_2 referenciada ao nó 8 para análise da região.

Ao final da análise, se obtém o perfil de tensão convergido de toda a rede, além se obter a potência equivalente de cada nó. A partir dessa topologia de aplicação do método do fluxo de potência com a rede fracionada, foi possível se desenvolver uma metodologia flexível para definição de ajustes globais. A Figura 4.4 apresenta o esquemático geral da topologia de controle global descrita.

Figura 4.4 – Diagrama funcional do controle global.



Fonte: Autor.

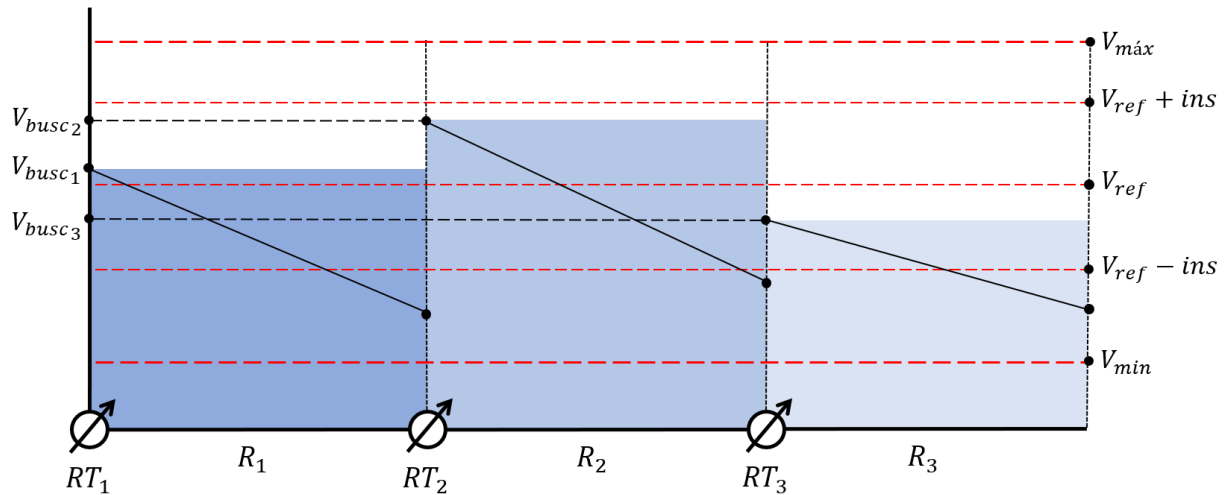
A topologia do controle global se divide em quatro estágios, tendo início no estágio zero, E_0^G . Nessa fase o sistema supervisor tem a função de monitorar constantemente as suas pontes de comunicação com os reguladores do alimentador, aguardando até que algum deles sofra uma transgressão e peça uma correção. No momento em que um pedido é computado pelo supervisor, E_0^G é encaminhado para E_1^G , onde é feita uma análise do perfil de tensão.

No presente estudo, essa análise é feita de forma simplificada, onde, uma vez que o sistema supervisor possui todas informações da rede, ele é capaz de encontrar o perfil de tensão utilizando apenas de um método iterativo de fluxo de potência desequilibrado, sem precisar desenvolver métodos de estimação de estados. Nessa primeira análise, as tensões aplicadas inicialmente em cada região são provenientes dos valores de medição de cada regulador. Dessa forma, o perfil final obtido representa o perfil da rede em simulação.

Após o levantamento desse perfil de tensão, E_1^G é encaminhado para E_2^G , onde se inicia a análise de correção das transgressões. Nesse estágio também é utilizado o método de fracionamento da rede, onde em cada região é aplicado um laço iterativo que busca corrigir as transgressões de tensão de todos os nós da região em análise. Para realizar esse ajuste é definida uma variável, V_{busc} , que representa o valor de tensão no lado de carga que o regulador busca obter, pois esse valor é capaz de corrigir todas ou grande parte das transgressões da região desse equipamento. Dessa forma, durante a análise de cada região se contabiliza o número de transgressões que ela contém e, de acordo com a característica dessas transgressões, inferiores ou superiores, o sistema adiciona ou reduz dU_{TAP} de V_{busc} , de forma a iniciar um novo cálculo de fluxo utilizando o novo valor de V_{busc} como valor de referência para a região. Após a convergência, os nós são analisados novamente, de forma que caso ainda haja alguma transgressão, o V_{busc} ajustado de novo e o cálculo é reaplicado.

A análise de correção da região E_2^G finaliza no momento em que todos os nós da região se encontram dentro dos limites adequados estipulados pela norma ou então no momento em que V_{busc} atinge os valores limites da insensibilidade do regulador. A Figura 4.5 ilustra a aplicação de V_{busc} no tronco principal do alimentador da rede de análise, relacionado as faixas de insensibilidade do equipamento, assim como os valores máximos e mínimos estipulados pela norma.

Figura 4.5 – Perfil do V_{busc} em cada região.



Fonte: Autor.

Conhecendo os valores que os reguladores devem ter nos seus lados de carga para conseguir regular todos ou parte dos níveis de tensão do alimento, E_2^G é encaminhado para E_3^G , onde, a partir dos valores de V_{busc} , se analisa todos os reguladores da rede, definindo qual posição de TAP cada um deles deverá apresentar para conseguir suprir o seu V_{busc} , um vez que, através da análise, também se obteve os valores no lado de carga de cada regulador. Dessa forma, a posição de TAP necessária para cada regulador suprir seu V_{busc} e então corrigir o perfil de tensão da rede é definida pela Equação 4.1.

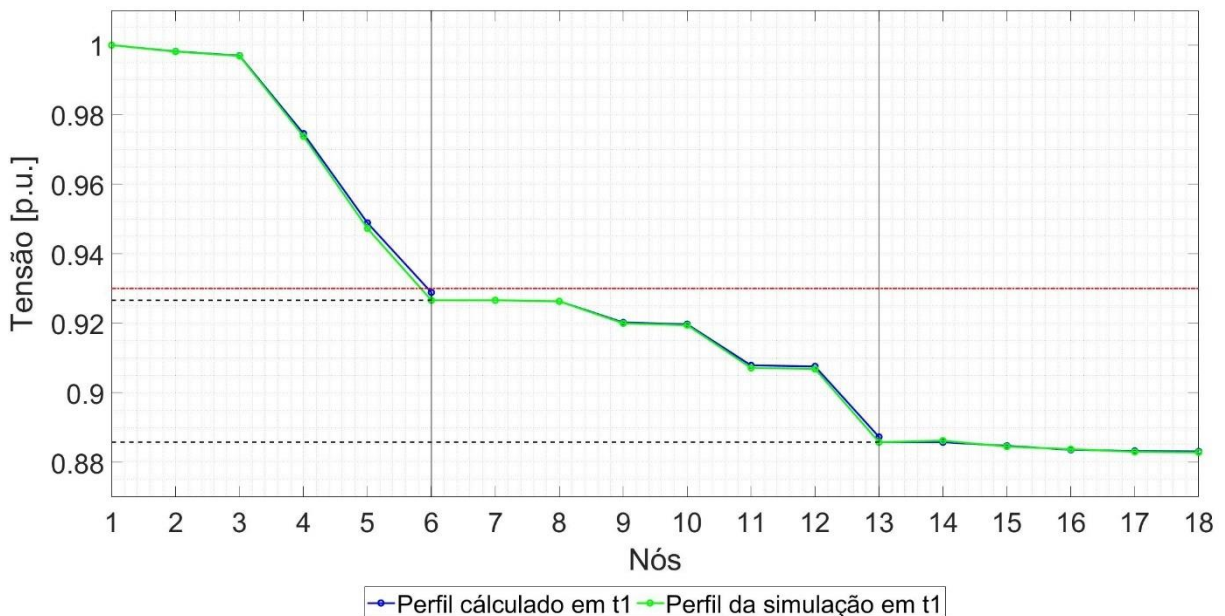
$$N_{TAP} = \frac{V_{busc} - V_1}{V_1 \cdot dU_{TAP}} \quad (4.1)$$

No geral, os valores de posição de TAP para suprir a determinada tensão V_{busc} não serão números inteiros, dessa forma, o valor obtido é arredondado para o mais próximo. Com esse valor de posição de TAP de cada regulador é recalculado o valor efetivo de tensão que o equipamento estará fornecendo no seu lado de carga e a partir desse V_{busc} ajustado, é aplicado novamente um fluxo de potência fracionado. Ao final de toda a análise, se obtém as posições de TAP necessárias para corrigir todas, ou grande parte, dos níveis de tensão dos nós do alimentador, assim como se obtém uma perspectiva do perfil de tensão que a rede terá quando todos os reguladores ajustarem suas posições de TAP.

4.3.2 Validação da Metodologia

Antes da aplicação do método de fluxo de potência fracionado no controle global, foram realizados alguns testes com a metodologia das regiões. Tendo em mente a lógica funcional do controle local e global, o regulador envia um pedido de correção ao sistema SCADA no momento em que ele confirma a transgressão de tensão do equipamento, ou seja, em t_1 , como propõem a sua temporização do equipamento. Ao receber o pedido e as informações de cada equipamento, o sistema supervisão calcula o perfil de tensão da rede no momento t_1 . A Figura 4.6 apresenta uma comparação que relaciona o perfil de tensão calculado pelo controle global no momento t_1 e com o perfil de tensão que efetivamente estava na simulação da rede através dentro do simulador digital em tempo real OPAL-RT. O perfil de tensão apresentado é referente a fase A do tronco principal do alimentador de estudo, apresentando os nós de forma sequencial a partir da subestação.

Figura 4.6 – Validação do cálculo de fluxo de potência sem operação dos reguladores.



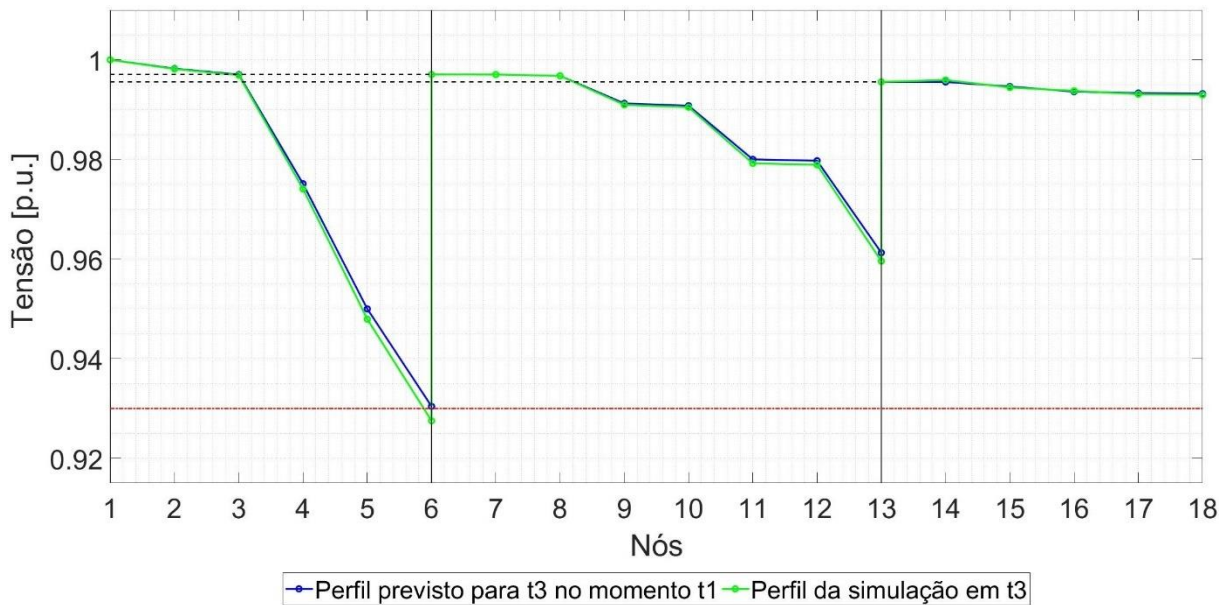
Fonte: Autor.

A partir da obtenção desse perfil é aplicado a metodologia de V_{busc} até que a correção dos níveis de tensão dos nós seja obtida, e a partir disso é definida as posições de TAP necessárias para cada equipamento suprir todas as correções. No momento em que o controle global obtém essas posições de TAP ele envia os comandos para os equipamentos e recalcula

o perfil da rede já aplicando essas posições. Dessa forma, na análise em t_1 o próprio sistema supervisor já possui uma perspectiva do perfil de tensão que o alimentador terá ao final das correções de todos reguladores, ou seja, em t_3 . No caso da Figura 4.6, o controle encontrou que os reguladores, RT_1 , RT_2 e RT_3 , da fase A precisariam estar respectivamente nas posições 0, 12 e 6, para corrigir as transgressões.

A Figura 4.7 apresenta o perfil de tensão obtido através da simulação no momento em que todos os reguladores finalizaram as suas correções, ou seja, no momento t_3 , assim como também é apresentado o perfil de tensão que o controle global previu, em t_1 , que a rede apresentaria quando finalizadas todas correções, em t_3 .

Figura 4.7 – Validação do cálculo de fluxo de potência com operação dos reguladores.



Fonte: Autor.

4.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

A abordagem de utilizar o método do somatório de potências de forma fracionada nas regiões, definidas de acordo com a localização dos reguladores, apresentou resultados condizentes com os apresentados pelas simulações. O cálculo também mostrou uma convergência muito mais rápida, o que é favorecido uma vez que o sistema é dividido em três regiões, onde três medições de tensão são utilizadas para uma análise com o mesmo número de nós. Além do mais, essa abordagem flexibilizou o controle dos níveis de tensão da rede, se

tornando atrativa uma vez que a operação do equipamento favorece não só a ele mesmo, mas como uma correção dos níveis de tensão de outros elementos do sistema.

5. MODELAGEM DO SISTEMA TESTE

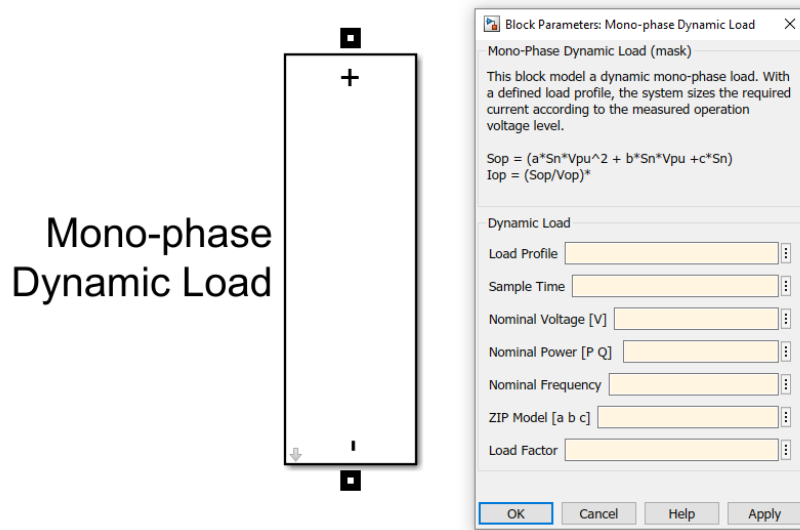
Buscando implementar e validar a proposta de metodologia de controle de tensão, uma rede de distribuição teste foi modelada. Este sistema foi implementado no software MATLAB/Simulink, sendo a rede base desenvolvida através de diagramas do Simulink e os sistemas de controle implementados através de *scripts* no MATLAB. Uma vez que os controles já foram explicados e detalhados, a modelagem se resume em dois principais elementos, o alimentador em si e as cargas dinâmicas. Na sequência ambos são apresentados em detalhes.

5.1 MODELAGEM DAS CARGAS

Como apresentado, o perfil de carga característico dos consumidores vem mudando devido à grande presença de novas tecnologias. A grande maioria das pesquisas que abordam o tema de controle e operação de sistemas de distribuição têm analisado a rede com cargas estáticas ou no máximo com perfis de carga discretizados em um intervalo consideravelmente grande. Uma vez que quanto mais próximo dos consumidores, maior é a flutuação que o sistema elétrico apresenta, esse tipo de abordagem não condiz com o tipo de rede estudada. Muitas dessas abordagens simplificadas se justificam através de que a grande maioria dos sistemas teste utilizados para estudo fornecem unicamente dados de um determinado ponto de operação da rede, tornando difícil a obtenção de um perfil diário ou semanal de consumo.

Buscando fugir dessa análise estática e aproximar ao máximo o sistema modelado da situação real que ele estaria submetido, o presente estudo propôs a modelagem de uma carga monofásica dinâmica. A Figura 5.1 apresenta a interface do bloco de carga dinâmica desenvolvido na plataforma Simulink. Ressalta-se que nessa proposta, o modelo de carga dinâmica é dependente apenas de dois parâmetros variáveis ao longo do tempo de simulação, sendo eles a tensão de operação no ponto de conexão da carga e a percentagem de consumo da carga, que é função do perfil de carga. Outras modelagens podem apresentar uma variação no modelo ZIP da carga ao longo de um intervalo de tempo, assim como apresentar uma variação na potência máxima.

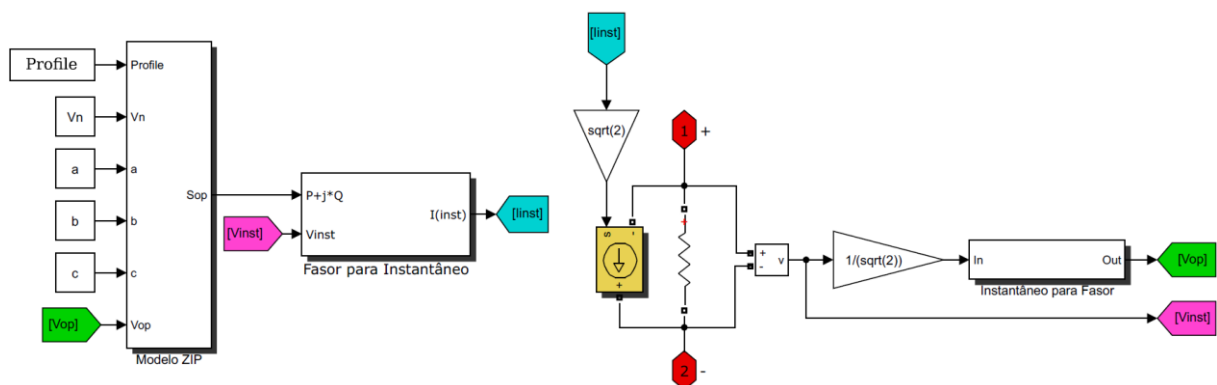
Figura 5.1 – Interface do bloco *Mono-phase Dynamic Load*.



Fonte: Autor.

A modelagem interna da carga é baseada em um sistema de monitoramento da tensão de operação, onde a partir das suas parametrizações e do seu estado de operação o modelo define a corrente de operação necessária que representa o modelo ZIP. Na Figura 5.2 é apresentado o diagrama interno do modelo de carga dinâmica. O sistema mede e analisa sinais instantâneos no domínio do tempo no ponto de conexão. Dessa forma, se utiliza blocos auxiliares para transformar os sinais senoidais de tensão para valores fasoriais. A partir do valor fasorial de tensão de operação medido, é possível definir a potência de operação da carga de acordo com a sua característica ZIP.

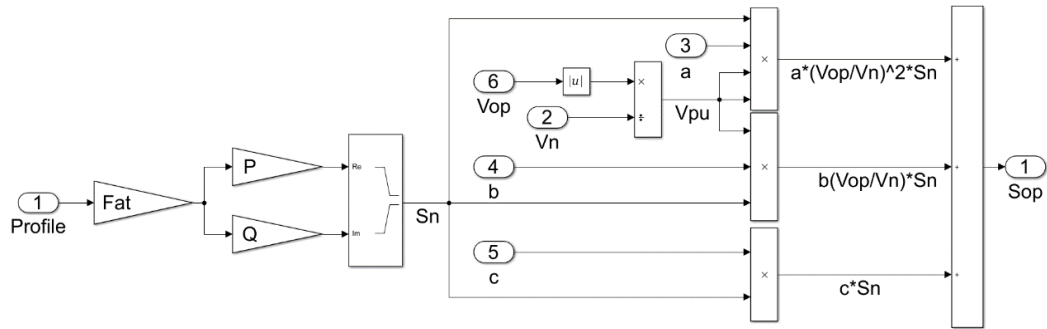
Figura 5.2 – Modelagem da carga monofásica dinâmica.



Fonte: Autor.

Dentro do subsistema “Modelo ZIP” é computado a potência de operação, que é função da tensão de operação da carga, do perfil de consumo e de parâmetros característicos da carga. A Figura 5.3 apresenta o diagrama interno desse subsistema que se baseia na Equação (2.7).

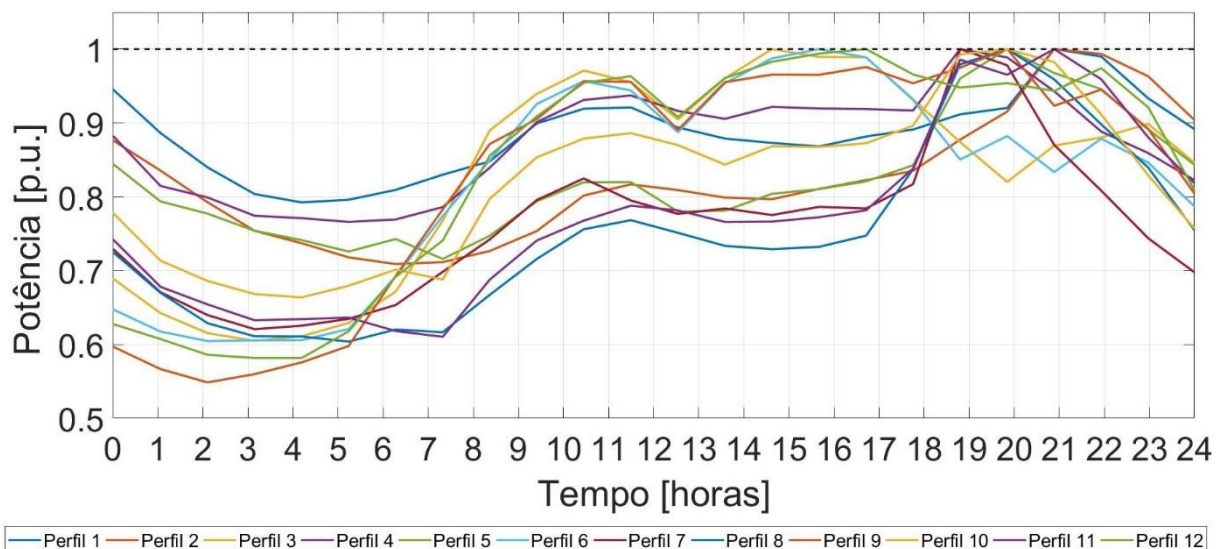
Figura 5.3 – Diagrama para cálculo da potência de operação.



Fonte: Autor.

Buscando aproximar ao máximo o sistema de teste da situação que a metodologia encontraria quando inserida em um sistema de distribuição real, são utilizados doze diferentes perfis de carga diários. Cada perfil é normalizado de acordo com o seu ponto de carga máxima. Na Figura 5.4 os doze perfis utilizados nesse estudo são apresentados de forma gráfica, passando uma noção geral do perfil de potência que o alimentador apresentará.

Figura 5.4 – Perfis base de carga diária.



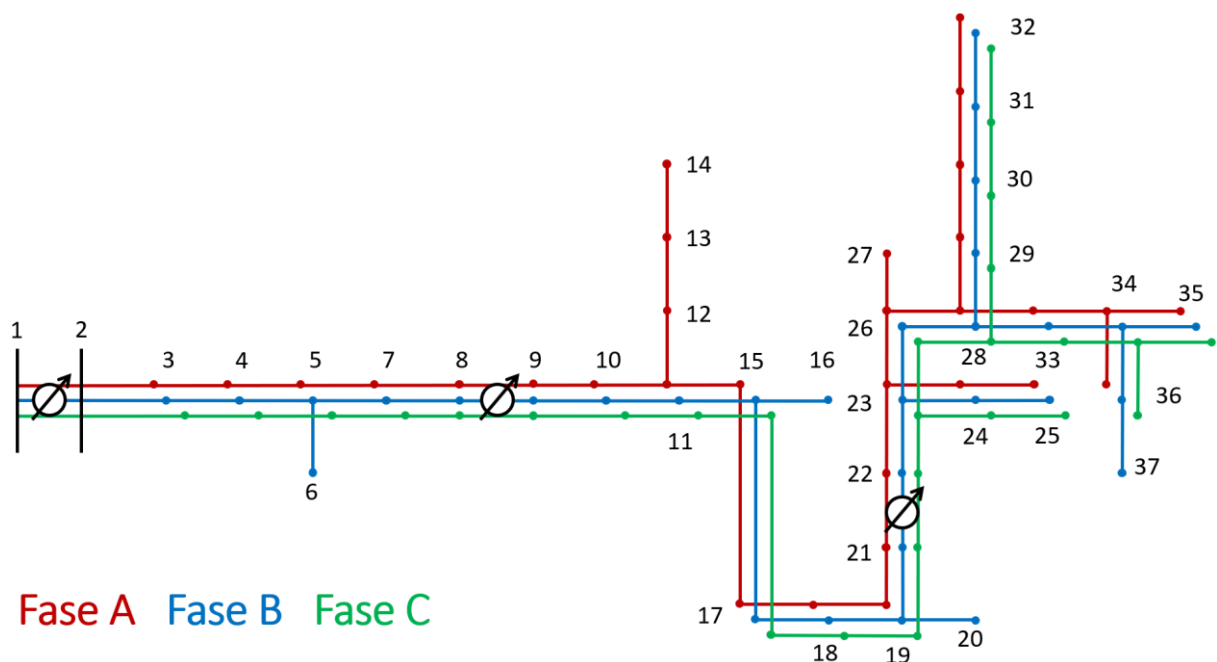
Fonte: Autor.

Esses perfis foram gerados a partir do software Homer Energy, inserindo aleatoriedades a partir de um perfil base. A rede de estudo apresenta um total de 44 cargas monofásicas, onde cada carga recebe um dos perfis apresentados pela Figura 5.4. No Apêndice A são apresentados os 12 perfis de carga utilizados, além de apresentar qual dos perfis cada carga da rede utiliza.

5.2 MODELAGEM DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O sistema teste deste estudo é baseado em uma rede de distribuição real que está localizada no Arizona, Estados Unidos, e que apresenta 34 nós com uma tensão nominal primária de distribuição de $24,9kV$. Esse sistema, denominado *IEEE 34 Node Test Feeder*, compõe o grupo de sistemas teste propostos pelo IEEE e que são de livre acesso (IEEE, 1992). Sendo um sistema assimétrico, desbalanceado e com dois reguladores de tensão em série, além do OLTC da subestação, essa rede se tornou uma grande referência em estudos da área de controle de tensão em sistema de distribuição (IEEE, 2014). A Figura 5.5 apresenta a topologia estrutural da rede para cada fase.

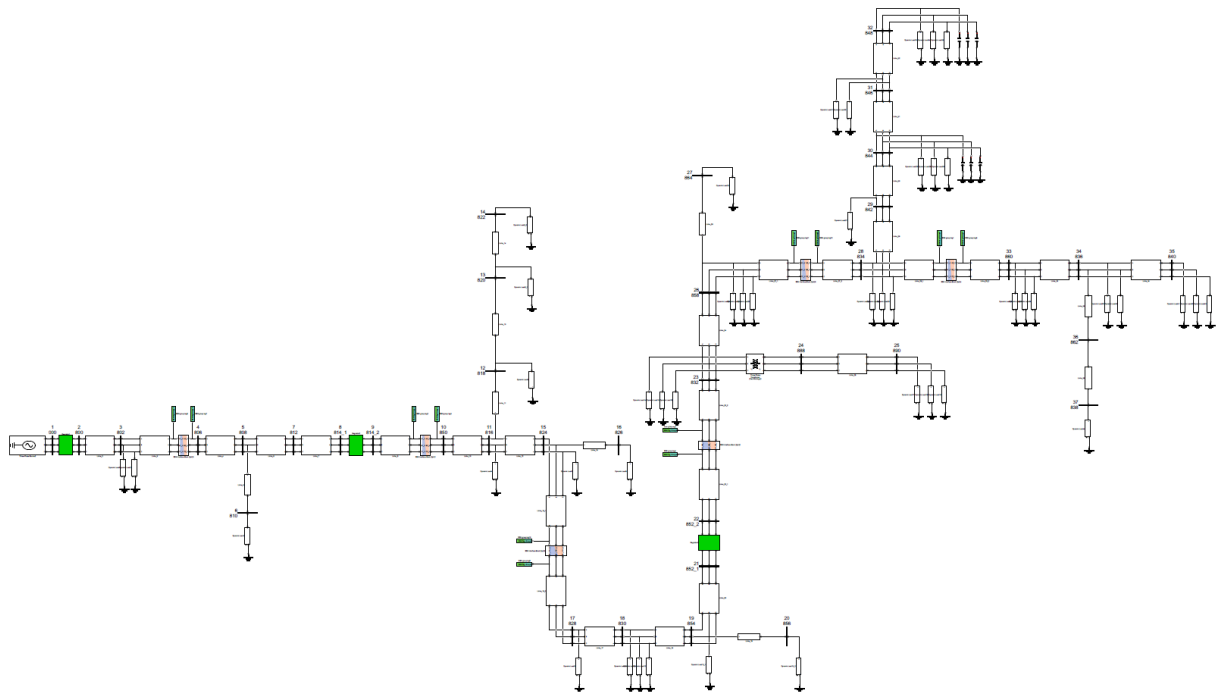
Figura 5.5 – Esquemático trifásico da rede teste.



Fonte: Autor.

A efetiva rede de estudo que este trabalho utiliza é baseada nessa rede padrão do IEEE de 34 nós, porém, com intuito de simplificar a modelagem e a aplicação do método de controle global no sistema, duas modificações foram feitas sob ela. Uma das modificações se resume fazer com que as cargas distribuídas, propostas pelo modelo padrão, sejam conectadas diretamente aos nós. Esse ajuste facilita na implementação do método de fluxo de potência, utilizado na metodologia de controle global. A outra modificação, já ressaltada neste trabalho, é a substituição das cargas estáticas, que o IEEE propõe, por cargas dinâmicas. Através da inserção de dinâmica, é possível realizar uma análise contínua e diária do sistema. Dessa forma, os valores de cargas fornecidos pelo IEEE são assumidos como os valores no ponto de carga máxima carga do alimentador, aplicados então ao modelo monofásico de carga dinâmica. Além do mais, foram inseridos mais três nós ao sistema original de 34 nós, totalizando 37 nós, todos foram alocados a jusante dos equipamentos reguladores, de forma a isolar esses por nós de medição, o que facilita a análise. Na Figura 5.6 é apresentada a modelagem completa do sistema teste, onde é ressaltado em verde os blocos responsáveis pelos reguladores de tensão. Todos os parâmetros da rede modificada são apresentados no Apêndice A.

Figura 5.6 – Sistema teste modelado no MATLAB/Simulink.

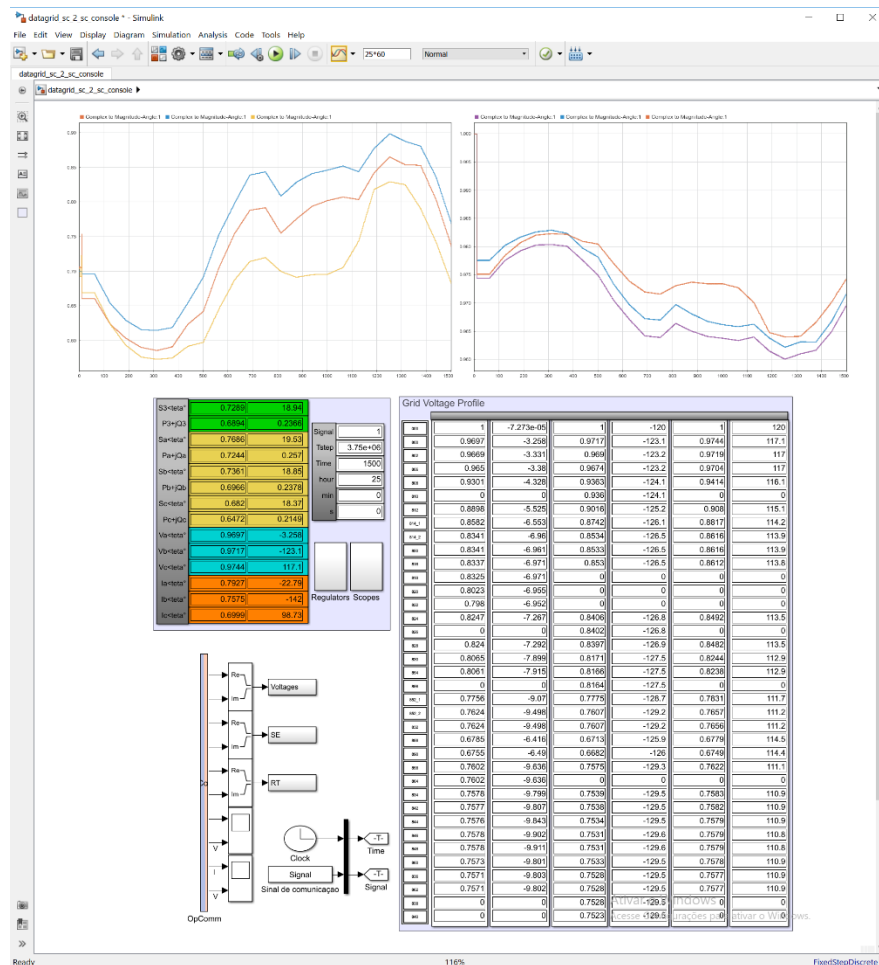


Fonte: Autor.

5.3 ADEQUAÇÕES DO MODELO

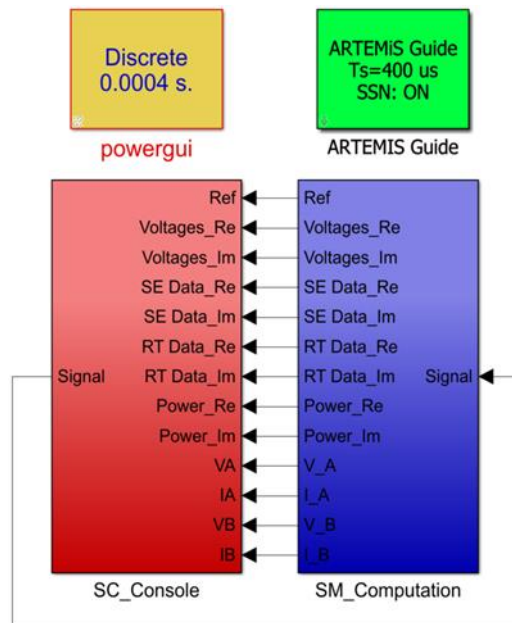
A adequação do sistema modelado para cumprir os requisitos do software RT-LAB se deram como o indicado no Capítulo 3. O modelo foi categorizado em um subsistema SC e um subsistema SM. Toda a modelagem da rede e de seus controles estão situados dentro do SM. Já o SC conteve todo o sistema referente a análise do modelo. A Figura 5.7 apresenta a análise feita pelo SC, sendo esse subsistema processado pelo próprio computador do usuário. O modelo contido pelo subsistema SM é apresentado pela Figura 5.6, ele será simulado internamente no simulador digital em tempo real OPAL-RT, de forma que ao usuário não ter nenhum acesso sobre ele durante a simulação. A Figura 5.8 apresenta a categorização do modelo, assim como a comunicação que é feita entre o SC e o SM.

Figura 5.7 – Subsistema SC do sistema teste.



Fonte: Autor.

Figura 5.8 – Categorização do sistema teste.



Fonte: Autor.

Como apresentado, antes de realizar a simulação, a modelagem desenvolvida inteiramente no MATLAB/Simulink é construída e carregada pelo software RT-LAB. Por se mostrar um sistema grande e complexo, o processo de construção do modelo apresentou um tempo de cerca de 30 minutos. Durante esse tempo, o software RT-Lab foi responsável por, a partir do modelo do Simulink, gerar um modelo equivalente capaz de ser simulador em tempo real pelo simulador OPAL-RT.

Além disso, foi necessário definir um valor de *sample time* para simulação do modelo. A escolha desse valor é feita a partir de restrições e necessidades do modelo. Uma vez que a simulação da rede é feita em 60 hertz, o *sample time* deve ser pequeno o suficiente para captar os principais sinais dessa frequência e ainda não gerar *overruns*, aspecto limitador devido ao tamanho do modelo. Considerando esses aspectos, foi definido um *sample time* de 400μ segundos. A Figura 5.9 apresenta a relação do *sample time* escolhido, obtida durante uma simulação digital em tempo real do modelo apresentado.

Figura 5.9 – Relação do ciclo do *sample time* na simulação digital em tempo real.

Monitoring

Model: DinGrid Ts=4.0E-4[s] T=49.4692[s] Number of overruns=0

Probes	« Info			
	Usa...%]	Min	Max	Mean
DinGrid Ts=4.0E-4[s]	36,41%			
SM_Comput...0E-4[s]	36,41%	dt= 143,95 [us]	dt= 148,03 [us]	dt= 145,62 [us]
New data ...uisition	0,06%	dt= 0,21 [us]	dt= 0,26 [us]	dt= 0,24 [us]
Major co...on time	30,01%	dt= 118,42 [us]	dt= 122,72 [us]	dt= 120,06 [us]
Minor co...on time	5,31%	dt= 20,97 [us]	dt= 21,57 [us]	dt= 21,23 [us]
Execution cycle	36,41%	dt= 143,95 [us]	dt= 148,03 [us]	dt= 145,62 [us]
Total step size	100,0%	dt= 400,10 [us]	dt= 400,16 [us]	dt= 400,13 [us]
Total idle	63,23%	dt= 250,51 [us]	dt= 254,58 [us]	dt= 252,93 [us]

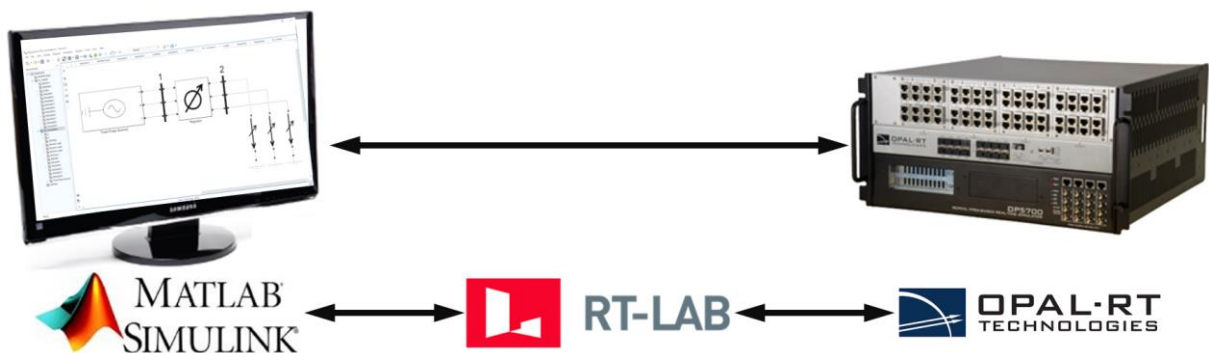
Fonte: Autor, obtido do software RT-Lab.

Nessa imagem é possível observar que a simulação não apresenta *overruns*, onde o tempo total é de $400,1\mu$ segundos, que é 100% do *sample time*. A partir disso, observa-se que 100%, 36,41% dele é destinado ao tempo de execução e 63,23% se mostra como tempo ocioso. A relação do *sample time* com o tempo de execução não é direta, de forma que diminuir o *sample time* até um valor próximo do tempo de execução, não garante a ausência de *overruns*.

6. ESTUDO PRÁTICO

Com intuito de avaliar a metodologia empregada, é proposto um estudo prático de casos. Este estudo se dá sob a rede modelada na plataforma MATLAB/Simulink, assim como os algoritmos de controle lógico. A validação do modelo e dos seus resultados fornecidos é feita através de simulações digitais em tempo real com topologia *Model-In-the-Loop*, utilizando o simulador digital em tempo real OP5700 da empresa OPAL-RT Technologies. Esse equipamento conta com o software RT-LAB, responsável pela interface intermediária que possibilita simular em tempo real modelos, desenvolvidos no MATLAB/Simulink, diretamente no simulador OPAL-RT. A Figura 6.1 apresenta a topologia geral de simulação MIL utilizada neste trabalho.

Figura 6.1 – Topologia *Real-Time* de estudo prático.



Fonte: Adaptado de OPAL-RT Technologies.

6.1 CENÁRIOS DE ESTUDO

O trabalho tem como objetivo analisar o impacto que a topologia de controle local e global apresentam na qualidade de energia da rede, assim como na quantidade de comutação de cada equipamento. Dessa forma, o estudo prático se divide em três cenários de análise, um cenário de controle local, um de controle global e outro de controle misto, onde os equipamentos são submetidos a controles locais e globais dentro de um mesmo dia de análise.

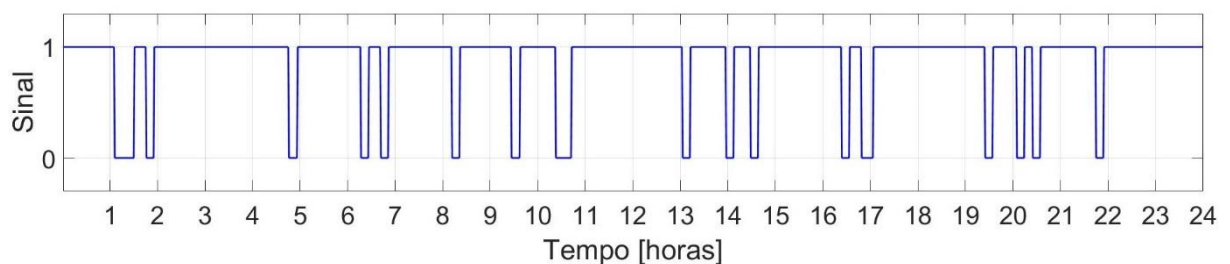
No Cenário Local (CL) assume-se que os reguladores de tensão não possuem contato com o sistema supervisor, de forma que todo e qualquer ajuste é feito localmente. O ajuste local conta apenas com os dados obtidos pela medição do próprio equipamento, não

considerando qualquer possível interação com outros equipamentos da rede. Esse cenário é baseado na tradicional forma de operação dos reguladores de tensão e que ainda é utilizado pelas concessionárias de distribuição.

No Cenário Global (CG) é definido um meio de comunicação entre o regulador de tensão e o sistema supervisorio. Dessa forma, para toda e qualquer transgressão de tensão relatada pelos reguladores da rede, um pedido de correção é enviado para o sistema supervisorio, de forma que o ajuste seja realizado globalmente pelo SCADA. Nesse cenário se assume que não haja falhas na comunicação entre os equipamentos e o supervisorio, aspecto que dificilmente se obtém na prática.

O Cenário Real (CR) visa análise a operação que os reguladores enfrentariam na prática quando submetidos a um controle global que depende do meio de comunicação formado entre os equipamentos e o supervisorio. Devido as grandes distâncias, a comunicação de elementos presentes nas redes de distribuição é usualmente feita através de GPS, rádio ou internet, meios que apresentam possíveis falhas ou perdas de sinal. Dessa forma, entende-se que os reguladores não podem ser completamente dependentes de um controle global, mas que devem ter um controle local bem ajustado, pois mesmo sendo preferível que eles recebam comandos a nível global, é possível que esses tenham que operar localmente. Nesse contexto, foi gerado aleatoriamente um perfil de disponibilidade do sinal, apresentado pela Figura 6.2, sendo esse aplicado ao sistema de teste do CR.

Figura 6.2 – Sinal de comunicação.



Fonte: Autor.

6.2 RESULTADOS OBTIDOS

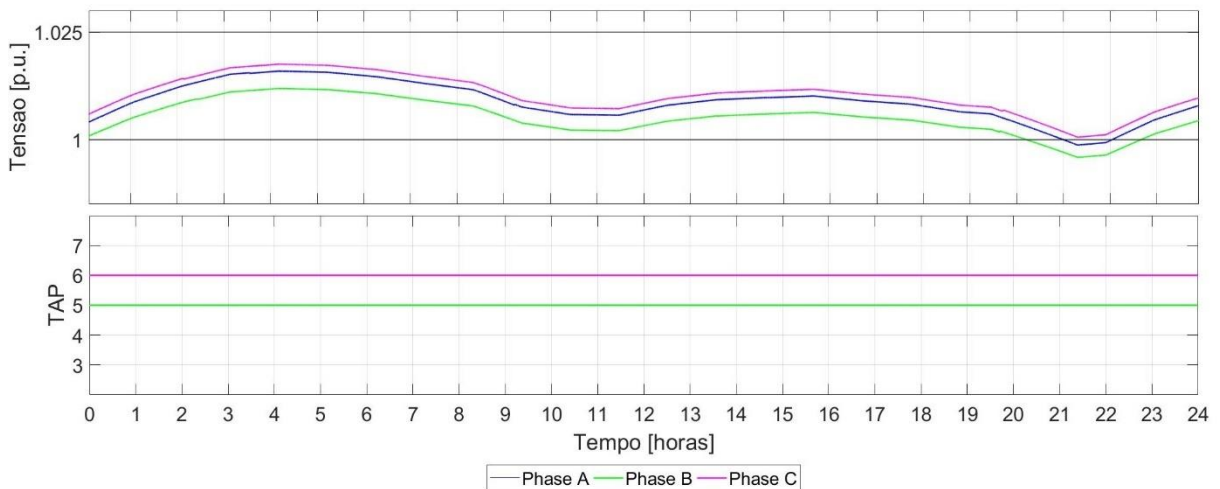
Em um primeiro momento, a análise dos resultados foi feita de forma isolada, onde se realiza duas comparações para cada um dos cenários propostos. A primeira comparação relaciona o perfil de tensão de cada fase de cada regulador com as suas comutações de TAP ao

longo do dia de análise. Nessa comparação é possível observar o impacto que cada comutação causa na tensão, assim como é possível ver as transgressões e suas correções. Já a segunda análise visa observar o perfil de tensão do tronco principal do alimentador nos momentos extremos de rede, ou seja, no momento de máxima e mínima carga demandada.

6.2.1 Cenário Local

O Cenário Local se dá como o cenário base, uma vez que o mesmo não apresenta nenhum tipo de comunicação ou diferencial quando comparado a tradicional forma de operação dos reguladores de tensão. A seguir são apresentados os perfis diários de tensão e de TAP das três fases de cada regulador, medidos diretamente no lado de carga de cada um dos equipamentos da rede. Esses dados foram obtidos através da simulação digital em tempo real submetendo o sistema ao cenário CL. A Figura 6.3 apresenta o perfil do regulador RT_1 .

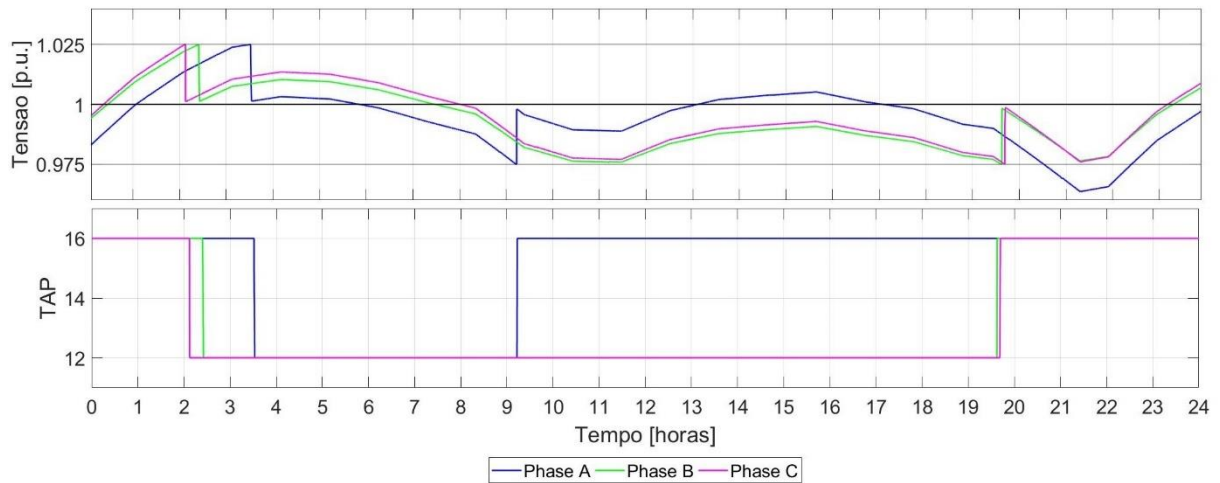
Figura 6.3 – Perfil diário do RT_1 no cenário CL.



Fonte: Autor.

O RT_1 é o equipamento OLTC localizado na própria subestação. É comum que equipamentos mais afastados do centro de carga apresentem um perfil de operação mais suave, sem variações bruscas. Isso ocorre, pois, variações de carga ao longo do alimentador demoram a impactar os equipamentos que se encontram afastados. Dessa forma, observa-se que o regulador apresenta um ajuste fixo ao longo de todo o dia, mantendo a sua tensão dentro da faixa de insensibilidade, $1 \pm 0,025 p.u.$ Na sequência, a Figura 6.4 apresenta o perfil do RT_2 .

Figura 6.4 – Perfil diário do RT_2 no cenário CL.

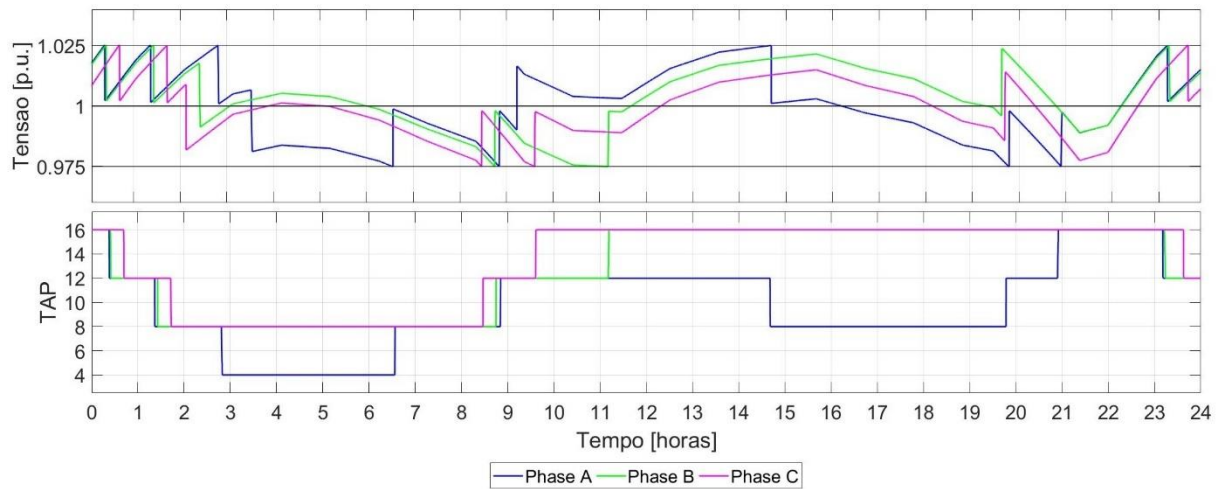


Fonte: Autor.

O RT_2 é um equipamento que se encontra no intermédio entre a subestação e o centro de carga, localizado logo após o trecho de maior extensão da rede. Ele apresenta uma operação limitada, uma vez que recebe níveis de tensão reduzidos e necessita elevá-los o mais próximo possível do seu valor nominal. Dessa forma, até próximo do horário de maior carga, ele apresenta uma operação adequada, mantendo sua tensão de carga dentro da faixa de insensibilidade.

Porém, no momento em que a carga se eleva, o equipamento trava na posição de TAP máximo e não consegue mais ajustar seus níveis dentro da faixa de insensibilidade. Mesmo não conseguindo permanecer dentro dessa faixa, é interessante ressaltar que o equipamento não chega a sofrer uma transgressão de tensão dos níveis estipulados pela norma, o que seria abaixo de $0.93 p.u.$ ou acima de $1.05 p.u.$ de tensão. A seguir a Figura 6.5 apresenta o perfil do RT_3 , último e mais distante regulador da rede.

Figura 6.5 – Perfil diário do RT_3 no cenário CL.

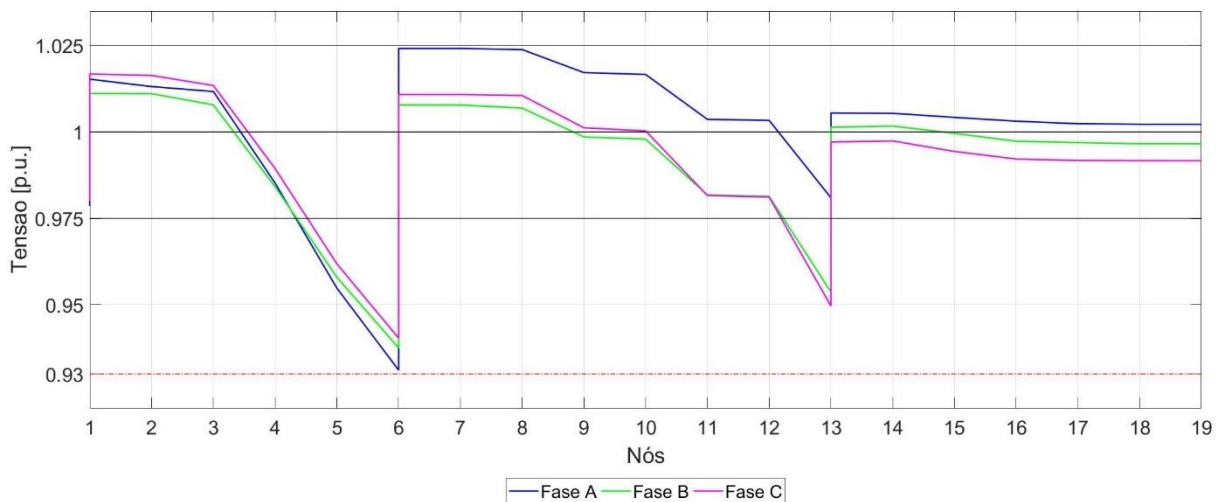


Fonte: Autor.

É comum que equipamentos mais próximos dos centros de carga sejam mais impactados quanto as variações de carga que os consumidores apresentam. Observa-se que o RT_3 apresenta uma operação bem turbulenta ao longo do dia de análise, porém o mesmo consegue manter os seus níveis de tensão dentro da faixa de insensibilidade.

Após uma análise diária da operação dos reguladores, observando seus parâmetros medidos localmente, agora é feita uma análise instantânea do ramo principal do alimentador no momento de menor e maior carregamento. A Figura 6.6 apresenta o perfil de tensão do ramo principal do alimentador no momento de menor carregamento.

Figura 6.6 – Perfil de tensão do ramo principal do CL no momento de carga mínima.



Fonte: Autor.

Observa-se que nesse período de carregamento leve os equipamentos conseguem permanecer dentro da sua faixa de insensibilidade e ainda são capazes de corrigir os níveis de tensão dos nós da rede, mesmo não sendo esse o foco do CL, de forma que nenhum nó apresente transgressão dos limites normativos. Nesse instante de menor carregamento, os reguladores se encontram nas posições de TAP apresentadas pela Tabela 6.1.

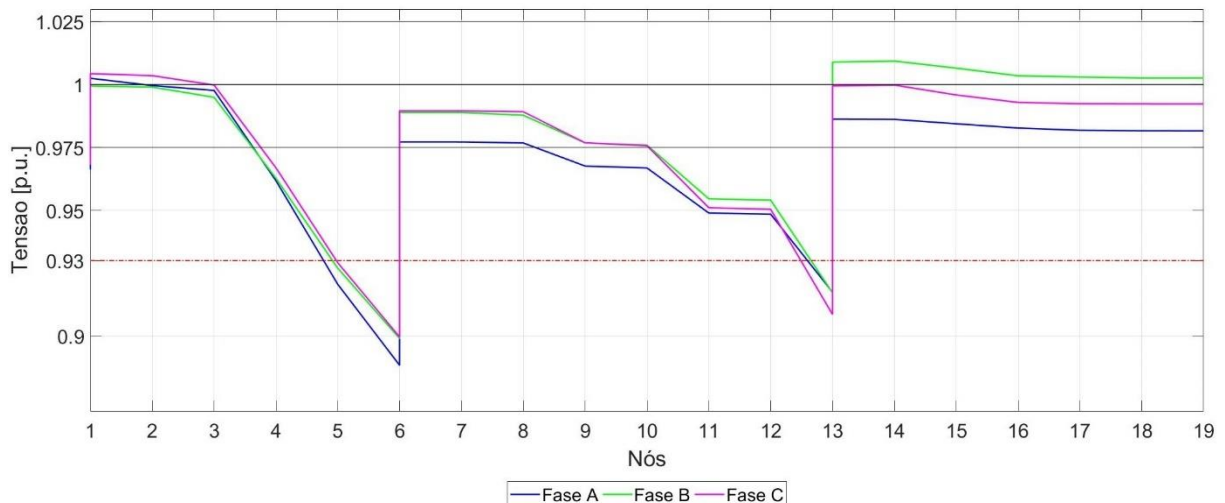
Tabela 6.1 – Posições de TAP do CL no momento de carga mínima.

Fase	Regulador		
	RT_1	RT_2	RT_3
A	6	16	4
B	5	12	8
C	6	12	8

Fonte: Autor.

Visando analisar os dois extremos de operação dessa rede durante o período de estudo, na Figura 6.7 é apresentado o perfil de tensão do tronco principal da rede no momento de maior carregamento.

Figura 6.7 – Perfil de tensão do ramo principal do CL no momento de carga máxima.



Fonte: Autor.

Momentos de carregamento pesado se mostram como períodos de grande queda de tensão no alimentador. O elevado nível de corrente para suprir a carga requisitada impacta na

queda de tensão das linhas da rede. No caso de estudo de CL o momento de maior carregamento causa transgressões nos níveis estipulados pela norma, o que acaba gerando penalidades para a concessionária. Nesse momento os reguladores se encontram dentro da faixa de insensibilidade, porém grande parte das posições de TAP se encontram travados na posição de TAP máxima, como apresenta a Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Posições de TAP do CL no momento de carga máxima.

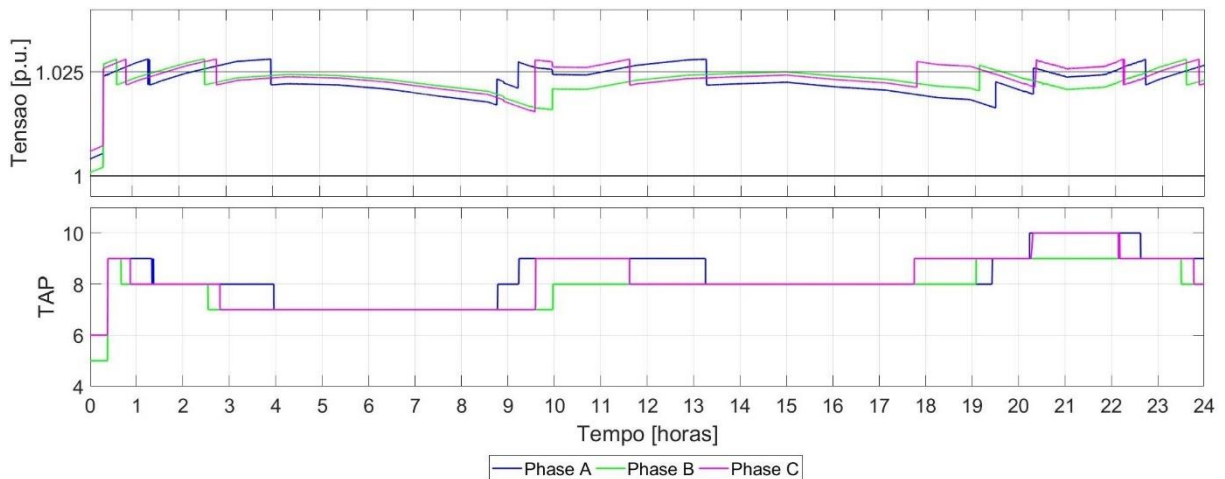
Fase	Regulador		
	RT_1	RT_2	RT_3
A	6	16	12
B	5	16	16
C	6	16	16

Fonte: Autor.

6.2.2 Cenário Global

O Cenário Global se dá como um comparativo do cenário base, uma vez que o mesmo propõe apresentar uma comunicação constante entre os equipamentos reguladores de tensão e o sistema supervisor. Assim como no CL, a seguir são apresentados os perfis diários de tensão e de TAP das três fases de cada regulador, onde a Figura 6.8 mostra o perfil do regulador RT_1 no cenário CG.

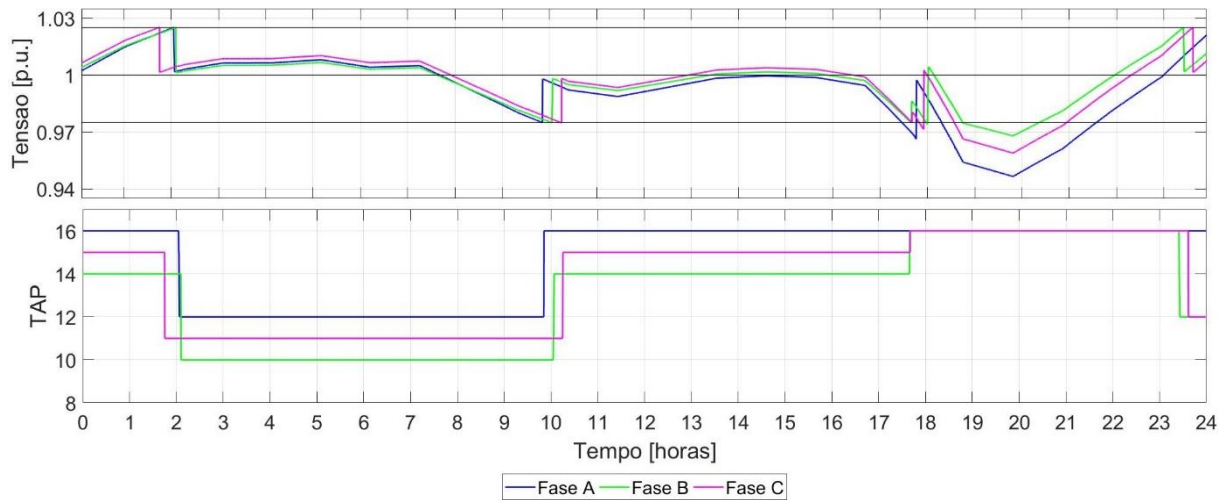
Figura 6.8 – Perfil diário do RT_1 no cenário CG.



Fonte: Autor.

O RT_1 apresenta um perfil de operação de poucas variações da posição de TAP, porém constantes ao longo do dia. Uma vez que o ajuste das posições de TAP no CG dependem das transgressões de tensão dos nós de cada região, os reguladores são capazes de operar mesmo que estejam dentro das suas faixas de insensibilidade. Nesse regulador é visível que ele mantém sua tensão dentro da faixa de insensibilidade, com algumas rápidas transgressões ao longo do dia. Na sequência, a Figura 6.9 apresenta o perfil do RT_2 .

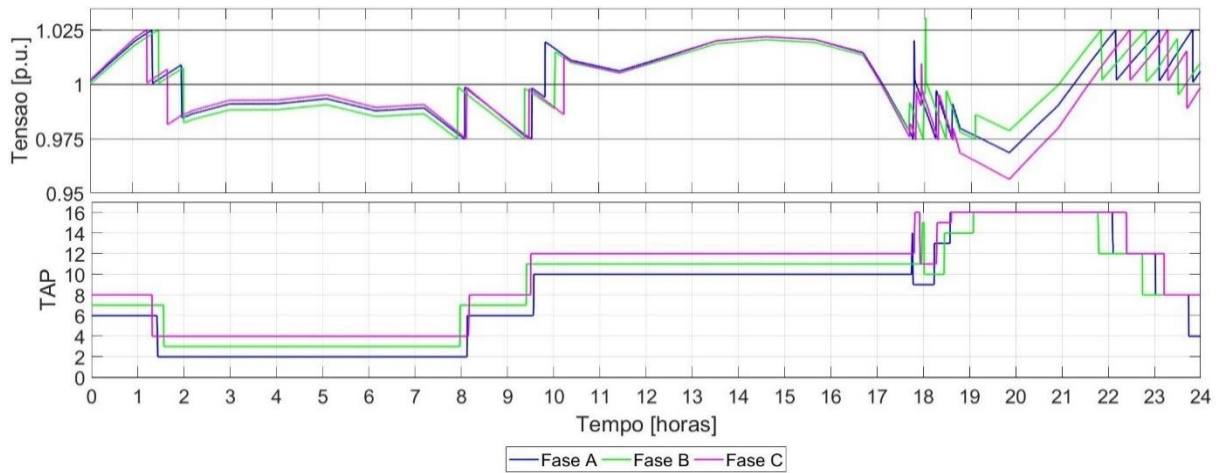
Figura 6.9 – Perfil diário do RT_2 no cenário CG.



Fonte: Autor.

O RT_2 apresenta uma operação um pouco mais restrita ao longo do dia, onde até próximo do horário de maior carga ele apresenta uma operação condizente, mantendo a sua tensão de carga dentro da faixa de insensibilidade. Porém, no momento em que a carga se eleva, o equipamento trava a sua posição no TAP máximo, não conseguindo corrigir seus níveis. Contudo, mesmo não conseguindo permanecer dentro dessa faixa, observa-se que o equipamento não chega a transgredir os valores definidos pela norma. A seguir a Figura 6.10 apresenta o perfil do RT_3 , último e mais distante regulador da rede.

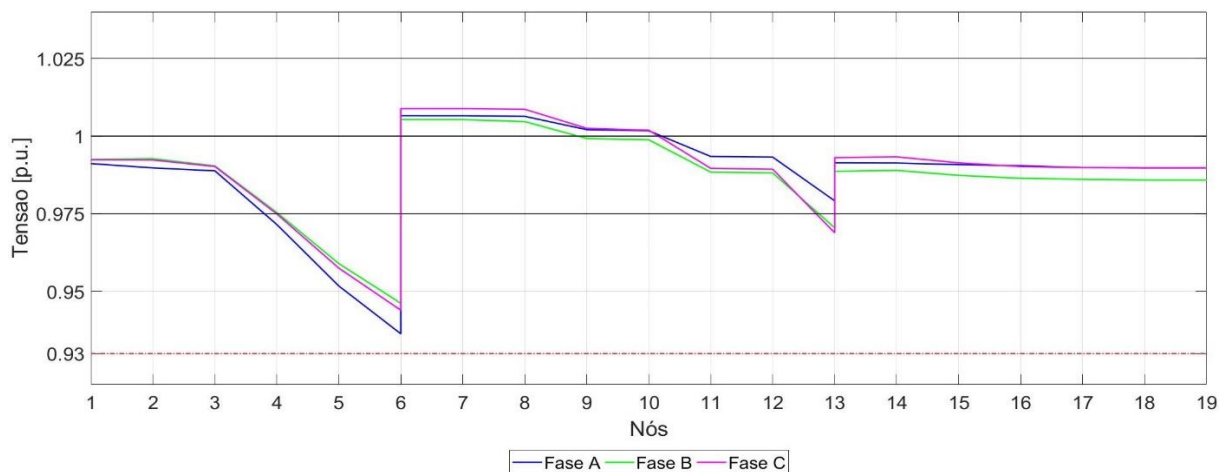
Figura 6.10 – Perfil diário do RT_3 no cenário CG.



Fonte: Autor.

O RT_3 apresenta novamente uma operação bem fluída, com inúmeras comutações que buscam tentar manter os seus níveis de tensão dentro da faixa de insensibilidade e corrigir as transgressões dos nós da sua região. No momento de aumento de carga, ele também apresenta algumas transgressões inferiores da sua faixa de insensibilidade, sem transgredir os níveis normativos. É visível alguns rápidos transitórios no regulador RT_3 , principalmente nos intervalos de tempo onde ocorrem comutações dos três reguladores. Os transitórios são formados pela soma dos impactos que a operação dos dois reguladores a montante do RT_3 causam nele, uma vez que o controle global envia os comandos simultaneamente aos três equipamentos. A Figura 6.11 apresenta o perfil de tensão no momento de menor carregamento.

Figura 6.11 – Perfil de tensão do ramo principal do CG no momento de carga mínima.



Fonte: Autor.

Nesse instante de menor carregamento, os reguladores se encontram nas posições de TAP apresentadas pela Tabela 6.3.

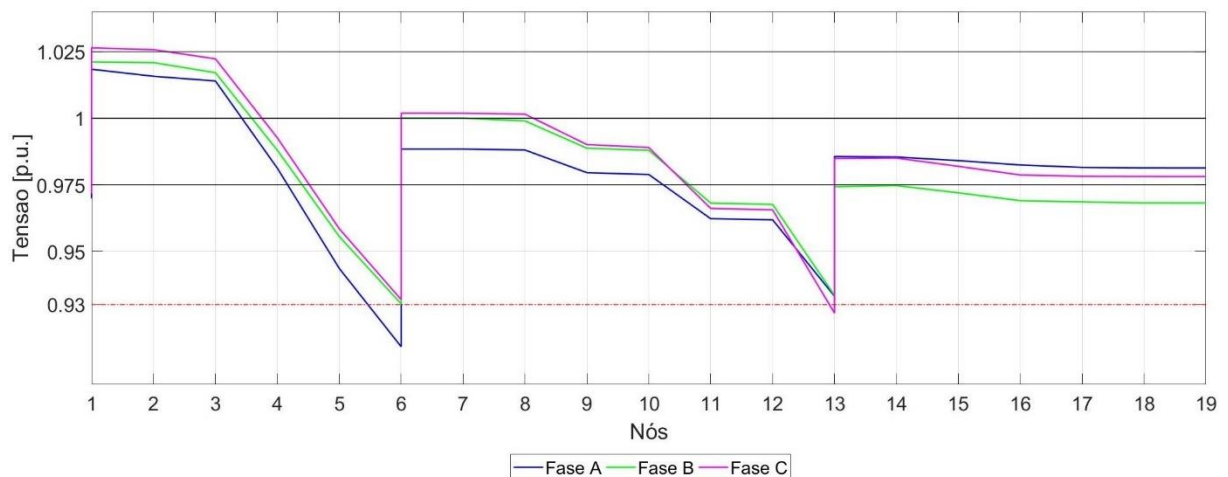
Tabela 6.3 – Posições de TAP do CG no momento de carga mínima.

Fase	Regulador		
	RT_1	RT_2	RT_3
A	0	12	2
B	0	11	3
C	0	10	4

Fonte: Autor.

Nesse momento, todos equipamentos apresentam uma faixa de excursão para possíveis comutações, sendo capazes de corrigir os níveis de tensão da sua região e, ainda, manter os seus níveis de insensibilidade, como propõem o próprio CG. A Figura 6.12 é apresentado o perfil de tensão do tronco principal da rede no momento de maior carregamento.

Figura 6.12 – Perfil de tensão do ramo principal do CG no momento de carga máxima.



Fonte: Autor.

É observado que na topologia CG com carregamento pesado alguns nós da rede apresentam transgressões dos níveis normativos. Mesmo que a topologia de CG busque corrigir os níveis de tensão de todos os nós de cada região, nesse momento ele não capaz. Observa-se que na R_1 o RT_1 eleva ao máximo a sua tensão de referência buscando corrigir as transgressões da sua região, porém mesmo com esse nível ele é capaz de corrigir a queda do ramo principal

em um momento de carga pesada. As outras regiões conseguem ficar dentro dos níveis normativos com ajustes de TAP onde a tensão de referência também respeita os níveis de insensibilidade. Nesse momento os reguladores se encontram nas posições de TAP apresentadas pela Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Posições de TAP do CG no momento de carga máxima.

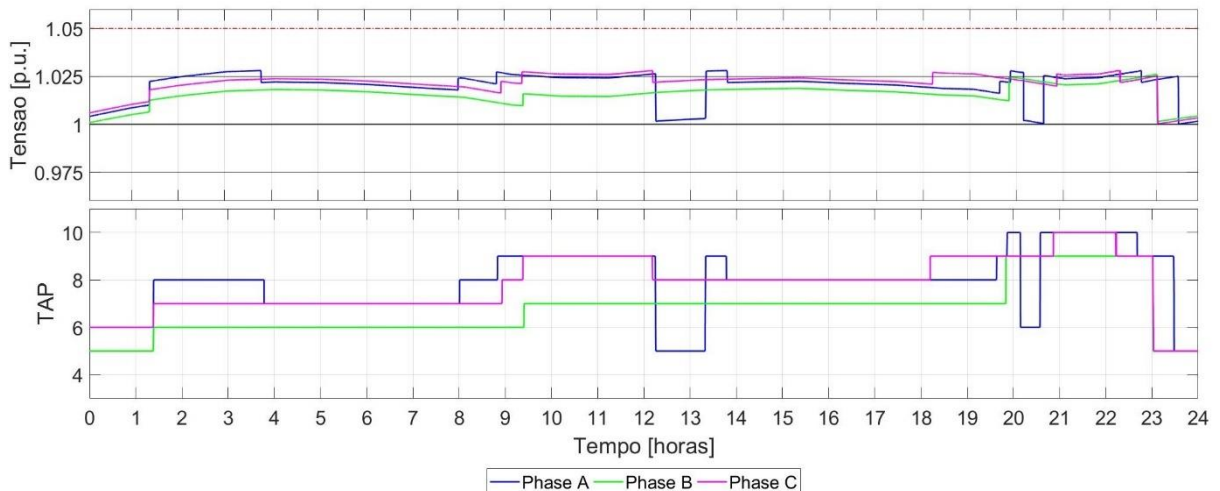
Fase	Regulador		
	RT_1	RT_2	RT_3
A	4	13	9
B	4	12	12
C	4	12	7

Fonte: Autor.

6.2.3 Cenário Real

No Cenário Real é proposta uma análise do sistema de CG inserindo falhas na comunicação entre os reguladores e o SCADA, de forma que sejam realizados tanto controles globais como locais ao longo do dia. A resposta dos equipamentos inseridos nesse cenário pode ser considerada a mais próxima da do que eles apresentariam em uma operação real quando inseridos na rede. A seguir são apresentadas as mesmas análises já feitas para o CL e o CG, porém agora para o cenário real. A Figura 6.13 apresenta o perfil do regulador RT_1 para o CR.

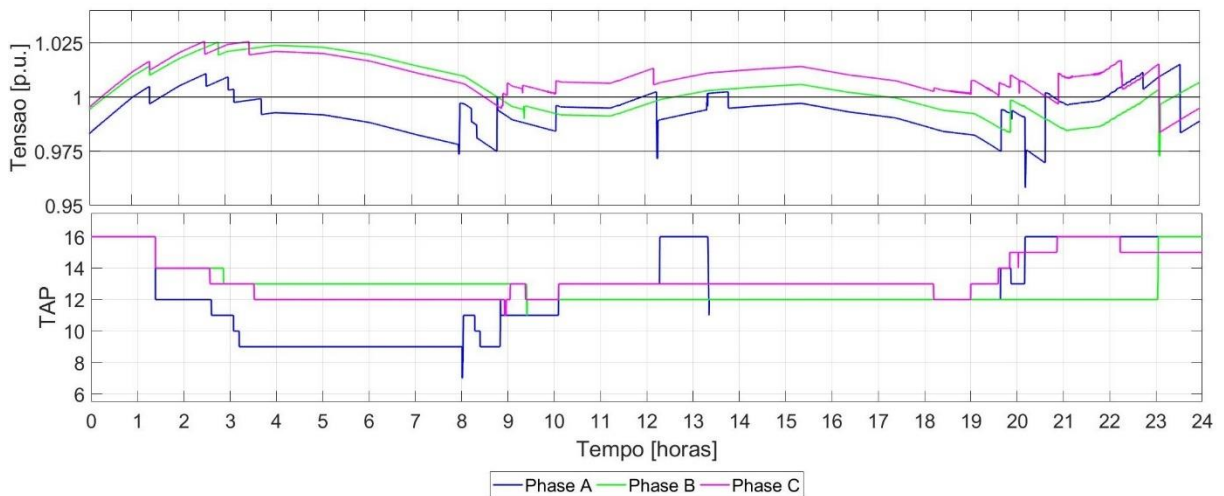
Figura 6.13 – Perfil diário do RT_1 no cenário CR.



Fonte: Autor.

Nesse cenário de operação, o RT_1 já apresenta um pouco mais de dinâmica, onde o perfil do regulador que está a montante da rede é mantido bem próximo dos limites superiores de insensibilidade, o que acaba ajudando na operação dos reguladores a jusante. Observa-se que ocorre muitas variações da posição de TAP do equipamento, onde ele muda de posição e logo após instantes retorna a mesma posição anterior. Esse comportamento se dá devido aos momentos de falha na comunicação onde há uma inconsistência nos controles, onde no CL durante um correção o equipamento busca se ajustar o mais próximo possível do seu valor de referência padrão, 1, e no CG ele ajusta seu nível de referência buscando uma tensão que respeite a sua insensibilidade e seja capaz de corrigir as transgressões da sua região. Contudo, o equipamento não apresenta nenhuma transgressão normativa, apenas rápidas transgressões nos níveis superiores da faixa de insensibilidade. Na sequência, a Figura 6.14 apresenta o perfil de operação diária do RT_2 .

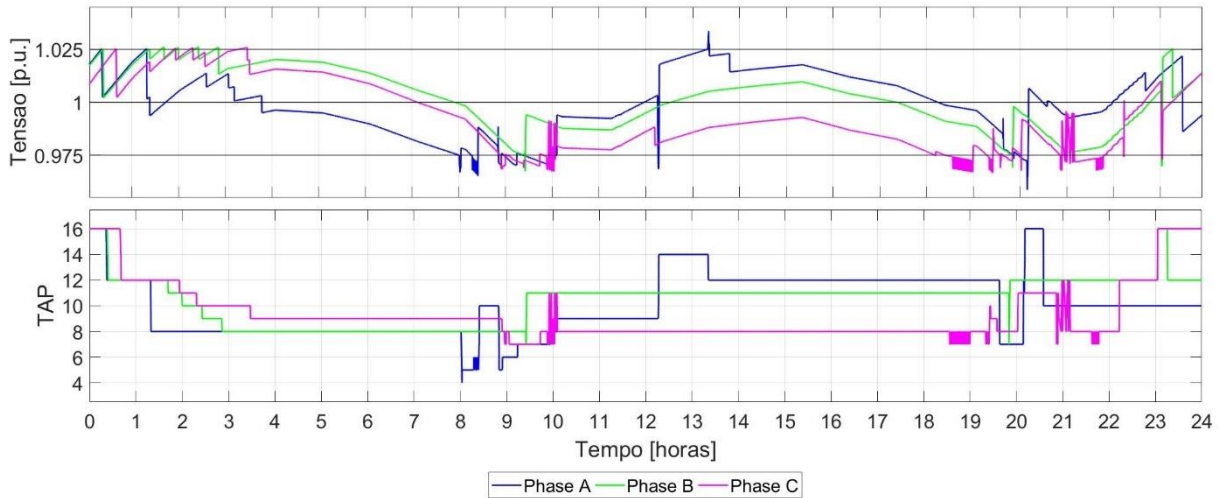
Figura 6.14 – Perfil diário do RT_2 no cenário CR.



Fonte: Autor.

O RT_2 apresenta uma dinâmica maior que o RT_1 , porém consegue manter seus níveis de tensão dentro da insensibilidade, salvo alguns transitórios e momentos de falha na comunicação, onde ocorre uma mudança na topologia de controle. Observa-se que o equipamento não chega a sofrer uma transgressão de tensão dos níveis estipulados pela norma. A seguir a Figura 6.15 apresenta o perfil do RT_3 , o mais distante da subestação.

Figura 6.15 – Perfil diário do RT_3 no cenário CR.

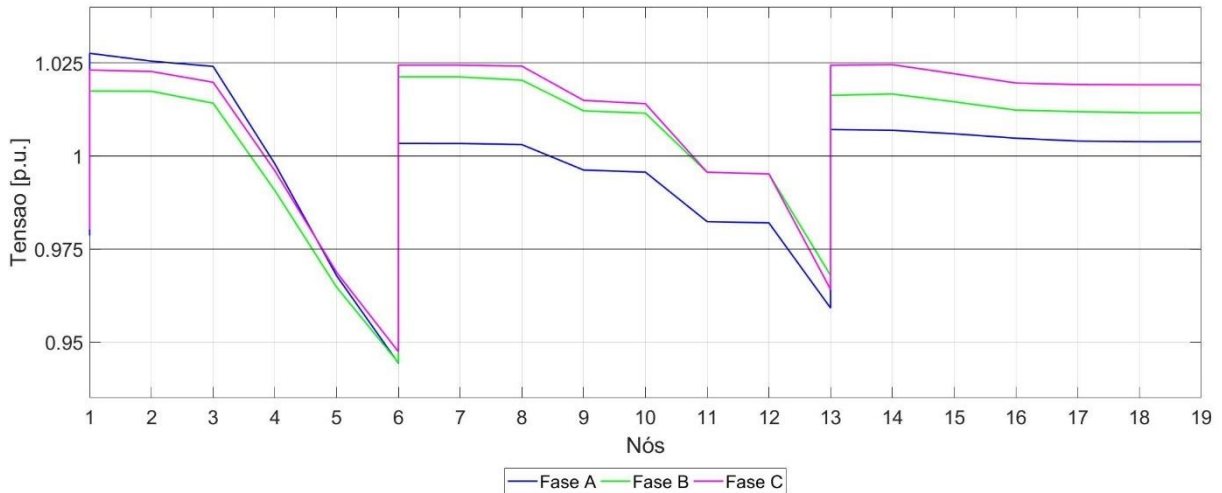


Fonte: Autor.

Esse equipamento apresenta uma dinâmica muito intensa, onde em alguns momentos ele perde a sua referência e realiza comutações frenéticas entre posições, aspecto que acaba elevando o seu valor total de comutações dentro do dia de análise. Observa-se que essas operações ocorrem próximas dos limites da faixa de insensibilidade, onde como comentado, no CL busca-se estar dentro da faixa de insensibilidade e quando uma transgressão é detectada, o controle ajusta o seu nível o mais próximo do valor de referência. Já no CG o controle visa o ajuste dos níveis de tensão da região, onde o valor de referência do regulador pode assumir qualquer valor dentro da faixa de insensibilidade. A troca de operação do equipamento entre esses dois comandos gera uma inconsistência na sua tomada de decisão. Contudo, nenhum limite de tensão normativo foi transgredido por esse equipamento.

A Figura 6.16 apresenta o perfil de tensão do ramo principal do alimentador no momento de menor carregamento. No momento de carregamento leve os equipamentos são capazes de corrigir os níveis de tensão da rede, mantendo todos dentro da faixa de insensibilidade e ainda, ao elevar seu valor de referência, nenhum nó apresenta transgressão dos limites normativos.

Figura 6.16 – Perfil de tensão do ramo principal do CR no momento de carga mínima.



Fonte: Autor.

A Tabela 6.5 apresenta as posições de TAP dos reguladores ramo principal do alimentador no momento de menor carregamento.

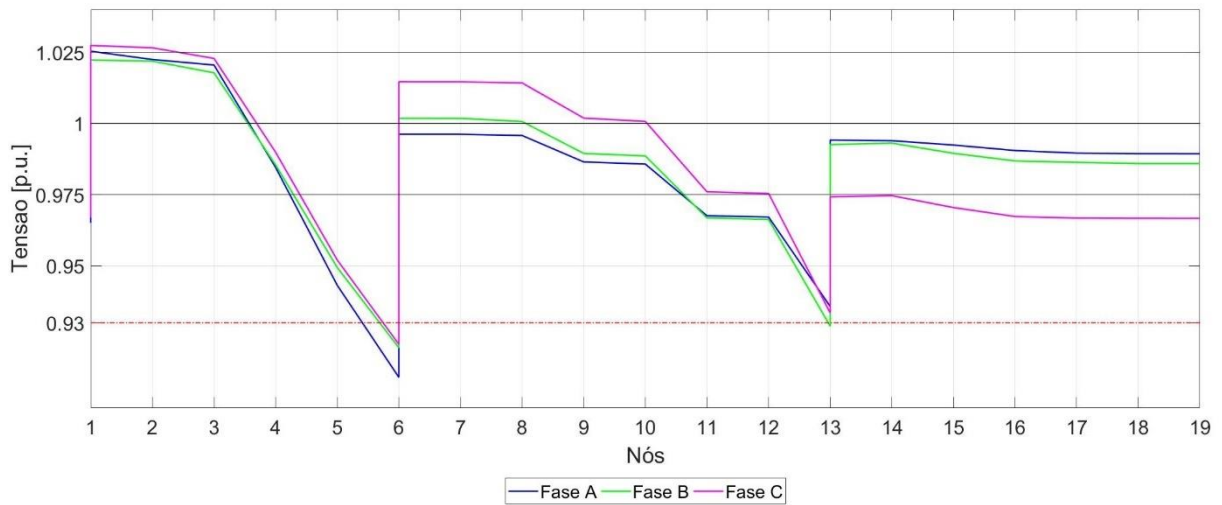
Tabela 6.5 – Posições de TAP do CR no momento de carga mínima.

Fase	Regulador		
	RT_1	RT_2	RT_3
A	8	10	8
B	6	13	8
C	7	13	10

Fonte: Autor.

Analisando agora o outro extremo de operação da rede, a Figura 6.17 apresenta o perfil de tensão do tronco principal no momento de maior carregamento. Nesse período de carregamento pesado se mostram como períodos de grande queda de tensão no alimentador, de forma que o RT_1 busque novamente elevar o seu nível de tensão para tentar eliminar as transgressões de tensão que ocorrem ao longo da sua região. Da mesma forma, RT_2 e RT_3 mudam as suas tensões de referências do valor nominal para poder corrigir as transgressões das suas regiões.

Figura 6.17 – Perfil de tensão do ramo principal do CR no momento de carga máxima.



Fonte: Autor.

Nesse momento de maior cargas, os reguladores submetidos ao Cenário Real se encontram nas posições de TAP apresentadas pela Tabela 6.6, onde observa-se que grande parte deles se encontram próximos da posição de TAP máxima, porém não apresentam transgressões nos seus níveis de insensibilidade.

Tabela 6.6 – Posições de TAP do CR no momento de carga máxima.

Fase	Regulador		
	RT_1	RT_2	RT_3
A	10	15	10
B	9	16	11
C	10	14	7

Fonte: Autor.

6.3 DISCUSSÃO DO RESULTADOS

Ao final das análises dos três cenários foi possível entender o funcionamento que esses equipamentos apresentam dentro de um dia de operação, assim como eles se comportam em momentos de máximo e mínimo carregamento. Ao submeter o modelo em três tipos de controle, com características diferentes, observou-se pontos fortes e fracos, assim como respostas típicas

desses cenários. Na Tabela 6.7 é apresentado um comparativo do total de comutações de cada equipamento ao longo de um dia de análise, sendo esses submetidos aos três diferentes cenários.

Tabela 6.7 – Total das comutações diárias dos reguladores.

Regulador	Fase	Cenário		
		CL	CG	CR
<i>RT₁</i>	A	6	23	35
	B	5	14	13
	C	6	22	21
<i>RT₂</i>	A	24	24	56
	B	24	28	33
	C	24	28	28
<i>RT₃</i>	A	52	66	104
	B	38	60	46
	C	38	58	344

Fonte: Autor.

Nessa análise é visível o impacto que a localização do equipamento tem para a sua dinâmica. Reguladores mais próximos do centro de carga são sujeitos a um maior impacto variação da demanda consumidora. Assim como reguladores mais afastados apresentam um menor impacto.

Ao se comparar os cenários, observa-se que o CL apresenta um número consideravelmente mais reduzido de comutações que os outros. Porém, esse resultado se da uma vez que o Controle Local visa operar o regulador de forma a ajustar unicamente a sua tensão de saída, independentemente do estado de operação e nível de tensão dos outros nós da rede. Com isso, as suas operações são mais restritas e devem atender ao único requisito de manter o nível de tensão de carga do regulador dentro da faixa de insensibilidade. Essa topologia apresentou momentos onde o regulador ajustou seus níveis para dentro da sua faixa de insensibilidade, com margem de sobra, deixando nós a jusante dele transgredindo os níveis de tensão normativos.

O Controle Global, apresentando uma perfeita e continua comunicação com o sistema supervisorio apresentou um ótimo controle dos níveis de tensão da rede, uma vez que todo e qualquer comando era proveniente do SCADA. Sendo o sistema supervisorio capaz de receber as medições dos reguladores e utilizar dos parâmetros da rede para poder definir a melhor posição de TAP, observa-se que os equipamentos acabam comutando mais, pois na operação é visando não só a qualidade de energia na saída do equipamento regulador de tensão, mas visa-

se uma melhora do perfil de toda rede. Uma vez que um dos parâmetros para ajuste do TAP de cada equipamento seja o controle das transgressões da sua região, equipamentos que já estejam dentro da faixa de insensibilidade podem ser submetidos a ajustes que ajudem a corrigir o nível dos nós a jusante de si.

Tendo em mente que o cenário de Controle Global é dificilmente implementável na prática, uma vez que uma comunicação sem falhas requer um elevado investimento, visou se propor uma análise do cenário de Controle Real. No CR o sinal de disponibilidade de comunicação foi variado ao longo do dia de análise, de forma a submeter os reguladores hora a ajustes locais e hora a ajustes globais. Esse cenário apresentou um número extremamente elevado de comutações dentro de um único dia. Como apresentado, entende-se que esse resultado surge da inconsistência entre a topologia do CL e do CG. No CL o regulador busca manter seu nível de tensão dentro da faixa de insensibilidade e quando uma transgressão é detectada, o controle ajusta esse nível o mais próximo possível do valor de referência, 1 p.u.. Já durante uma correção de topologia de CG, o supervisor visa ajustar os níveis dos reguladores de forma a também corrigir as transgressões de tensão dos nós a jusante do equipamento, desde que o regulador respeite a sua faixa de insensibilidade.

A troca de operação do equipamento entre esses dois comandos gera uma inconsistência na sua tomada de decisão, onde hora o regulador pode ajustar seu TAP para ter a sua tensão nominal, CL, e hora pode ajustar seu TAP para corrigir as transgressões a jusante, CG.

7. CONCLUSÕES

Os sistemas elétricos de potência estão em um período de grande mudança e frente a isso, as tradicionais ferramentas devem ser atualizadas ou então, novas tecnologias devem ser desenvolvidas para que a confiabilidade da operação desses sistemas se mantenha. O conceito de redes inteligentes abre inúmeras oportunidades para avanço do sistema de distribuição, propondo integração entre fontes distribuição, sistemas de armazenamento, meios de comunicação, entre outros. A mudança de uma tradicional e bem definida topologia de rede para uma de característica dinâmica e intermitente traz grandes desafios para pesquisadores e operadores de sistemas de potência. A qualidade de energia tem sido muito comprometida frente a essa evolução da rede de distribuição, principalmente quanto ao aspecto de controle de tensão, uma vez que os perfis de carga dos alimentadores têm apresentado uma grande dinâmica com bruscas variações, o que exige muito mais dos usuais meios de controle de tensão.

Nesse contexto, o presente estudo apresentou uma revisão e fundamentação dos principais métodos de controle de tensão em redes de distribuição, assim como as tendentes tecnologias aplicadas a esse campo. Além disso, foi desenvolvida uma metodologia de controle para reguladores de tensão que utiliza de uma abordagem global, onde os equipamentos são comunicáveis com o sistema supervisor do COS. Uma vez que topologia de controle global é capaz de receber dados de medição dos reguladores, assim como conhecer os principais parâmetros da rede, ela consegue definir uma melhor correção das posições de TAP dos RTs, melhorando o perfil de tensão de todo o alimentador, assim como a operacionalidade desses equipamentos. Através do fracionamento da rede de análise em blocos funcionais, o sistema de controle global foi capaz de entender e considerar do impacto que cada regulador pode apresentar aos outros equipamentos da rede, antes de efetivamente definir o melhor ajuste de TAP.

Juntamente com a proposta de controle global, foi desenvolvido um controle local de reguladores, o qual opera de forma isolada, dispondo apenas de informações do próprio equipamento. Essa metodologia de controle é utilizada atualmente pelas concessionárias de energia, onde o equipamento se mostra unicamente responsável pela correção do seu nível de tensão, não observando o impacto que ele pode apresentar para o restante da rede.

Devido as grandes extensões que os sistemas de distribuição apresentam, a comunicação pode se tornar um problema em metodologias de controles globais que dependem da troca de informação entre o sistema supervisor e o equipamento. Dessa forma, a partir dos resultados

obtidos entende-se que para manter a confiabilidade de uma topologia de característica global ela não pode ser unicamente dependente do seu controle hierárquico, mas esses reguladores devem ser capazes de operar tanto de forma global, como localmente.

Propondo esses três cenários, controle local, controle global com comunicação constante e controle global com falha de comunicação, o estudo desenvolveu, validou e testou as técnicas através de simulações digitais em tempo real. A rede teste contou com um OLTC, da subestação, e dois reguladores ao longo do alimentador, assim como foi desenvolvido um modelo de carga dinâmica, capaz de aproximar o sistema teste de uma rede real, onde perfis diários de consumo foram aplicados.

Ao final das análises, os três cenários apresentaram resultados interessantes e que proporcionaram um estudo mais aprofundado da metodologia de controle de reguladores de tensão em redes de distribuição. Com poucas comutações ao longo do dia, o CL apresentou vantagens quanto a preservação da vida útil dos equipamentos. De forma contrária o CG apresentou um impacto maior na vida útil dos equipamentos, porém o mesmo prezou pela correção dos níveis de tensão da rede toda e não apenas do nível do equipamento, como propõe o CL. Por fim, o CR quis propor um estudo diferente, visando misturar os controles CL e CG, onde se considera falhas de comunicação dentro de uma topologia de CG. Devido a essa variação de topologias, o CR apresentou inconsistências na tomada de decisão do controle. Contudo, apesar do elevado número de comutações, o CR apresentou um controle em nível global da rede aceitável, corrigindo grande parte das transgressões ao longo do dia de análise.

7.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Novas e mais avançadas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e implementadas nos sistemas elétricos de potência. O presente trabalho utilizou de metodologias já propostas pela literatura que podem ser aplicadas aos sistemas de distribuição, desenvolvendo e testando-as. A principal contribuição do trabalho vem pelo seu pioneirismo no tema de simulação digital em tempo real de sistemas elétricos de potência na Universidade Federal de Santa Maria. No ano de 2017 a instituição adquiriu o simulador digital em tempo real da empresa OPAL-RT Technologies, equipamento o qual foram feitas todas modelagens e análises apresentadas por esse trabalho.

Além disso, o estudo visou analisar propostas de controle de sistemas de potência que dependem de um meio de comunicação. Esses sistemas elétricos requerem de uma alta

confiabilidade na sua operação e controle, e os usuais meios de comunicação aplicados a eles apresentam uma confiabilidade reduzida. Dessa forma, foi feita uma comparação entre topologias de controle podem ou não contar com o meio de comunicação, submetendo-as a possíveis falhas.

7.2 PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Dentre as perspectivas de continuidade do tema apresentado nesse trabalho, sugere-se para desenvolvimentos futuros:

- Melhorar a integração entre topologias de CL e CG;
- Agregar ao controle local um conjunto de informações referente a rede em que o equipamento se encontra localizado, auxiliando na tomada de decisão do mesmo;
- Agregar ao controle global métodos de previsão de carga, métodos para estimação dos estados e lógicas nebulosas;
- Aperfeiçoar o controle global de forma a esse poder contar com informações de medição provenientes do mesmo sistema;
- Submeter a validação da metodologia a uma simulação de topologia *P-HIL*, comunicando os controladores dos reguladores ao simulador digital em tempo real, aspecto que eleva o nível de confiabilidade dos resultados.

7.3 PUBLICAÇÕES RELACIONADAS AO TRABALHO

CANHA, L. N. et al. Intelligent voltage regulator to distributed voltage control in smart grids. **52nd International Universities Power Engineering Conference (UPEC)**, p. 1–6, 2017.

SCHMITT, K. E. K. et al. Modelagem de controle dinâmico para ajuste de níveis de tensão em redes com geração distribuída. **10th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC)**, p. 1–5, 2017.

SCHMITT, K. E. K. et al. A smart local voltage regulator methodology for dynamic integration between volt-var control and distributed energy resources. **IEEE PES Transmission & Distribution Conference and Exhibition Latin America (T&D LA)**, p. 1–5, 2018.

SCHMITT, K. E. K. et al. Real-time hardware-in-the-loop testbed applied to voltage control in distribution smart grids. Aceito para publicação no **IEEE PES Innovative Smart Grid Technology Latin America (ISGT LA)**, p. 1–6, 2019.

SCHMITT, K. E. K.; CANHA, L. N.; ANTUNES, M. DE A. Modelagem de um controle dinâmico e inteligente para reguladores de tensão em sistemas smart grid. **32ª Jornada Acadêmica Integrada (JAI)**, p. 1, out. 2017a.

SCHMITT, K. E. K.; CANHA, L. N.; ANTUNES, M. DE A. Análise da operação de reguladores de tensão OLTC em redes elétricas inteligentes. **XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia (CRICTE)**, p. 1–4, nov. 2017b.

SCHMITT, K. E. K.; CANHA, L. N.; ANTUNES, M. DE A. Metodologia para ajuste de TAP em sistemas radiais considerando a interdependência operacional de reguladores de tensão. **33ª Jornada Acadêmica Integrada (JAI)**, p. 1, out. 2018.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, A. N. DE E. E. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST: Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica**. [s.l: s.n.].

AZZOUZ, M. A.; FARAG, H. E.; EL-SAADANY, E. F. Real-Time fuzzy voltage regulation for distribution networks incorporating high penetration of renewable sources. **IEEE Systems Journal**, v. 11, n. 3, p. 1702–1711, 2017.

BÉLANGER, J.; VENNE, P.; MEMBER, S. The what , where and why of real-time simulation. p. 37–49, 2016.

BERNARDON, D. P. et al. **Sistemas de Distribuição no Contexto das Redes Elétricas Inteligentes**. 1. ed. Santa Maria: AGEPOC, 2015.

BOZIN, A. S. Electrical power systems modeling and simulation using Simulink. p. 1–10, 1998.

BROADWATER, R. P. et al. Power flow analysis of unbalanced multiphase radial distribution systems. **Electric Power System Research**, v. 14, n. 1, p. 22–33, 1988.

BROWN, R. E. **Electric Power Distribution Reliability**. New York: Marcel Dekker, 2002.

CESPEDES, R. G. New method for the analysis of distribution networks. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 5, n. 1, p. 391–396, 1990.

COKER, M. L.; KGASOANE, H. Load Modeling. **IEEE Conference in Africa (IEEE Africon)**, p. 663–668, 1999.

CPL, G. **Smart Grid**. Disponível em: <<https://www.clp.com.hk/en/about-clp/power-transmission-and-distribution/smart-grid>>.

ELETROBRÁS. **Controle de tensão de sistemas de distribuição**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1985.

FALLAHZADEH-ABARGHOUEI, H. et al. Online hierarchical and distributed method for voltage control in distribution smart grids. **IET Generation, Transmission & Distribution**, v. 11, n. 5, p. 1223–1232, 2017.

FARAG, H. E.; EL-SAADANY, E. F.; SEETHAPATHY, R. A two ways communication-based distributed control for voltage regulation in smart distribution feeders. **IEEE Transactions on Smart Grid**, v. 3, n. 1, p. 271–281, 2012.

GARCIA, E. D. **Metodologia de blocos funcionais com previsão de grandezas elétricas para sistemas de distribuição**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

HARLOW, J. H. **Electric power transformer engineering**. [s.l.] CRC Press, 2004. v. 2

IEEE, T. I. OF E. AND E. E. **IEEE Radial Test Feeders**. Disponível em: <<http://ewh.ieee.org/soc/pes/dsacom/testfeeders.html>>.

IEEE, T. I. OF E. AND E. E. **IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution Systems Analysis ANSI/IEEE Std. 519**. New York: [s.n.].

ILHAMI COLAK. Introduction to smart grid. **3rd International Smart Grid Workshop and Certificate Program (ISGWCP)**, p. 1–5, 2016.

KERSTING, W. H. **Distribution System Modeling and Analysis**. Las Cruces: CRC Press, 2002.

KERSTING, W. H. Distribution feeder voltage regulation control. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 46, n. 2, p. 620–626, 2009a.

KERSTING, W. H. The modeling and application of step voltage regulators. **2009 IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition, PSCE 2009**, p. 1–8, 2009b.

KUFFEL, R.; FORSYTH, P.; PETERS, C. The role and importance of real time digital simulation in the development and testing of power system control and protection equipment. **International Federation of Automatic Control (IFAC)**, v. 49, n. 27, p. 178–182, 2016.

LOIA, V.; VACCARO, A. A decentralized architecture for voltage regulation in Smart Grids. **Proceedings - ISIE 2011: 2011 IEEE International Symposium on Industrial Electronics**, n. 1, p. 1679–1684, 2011.

MAHMUD, N.; ZAHEDI, A. Review of control strategies for voltage regulation of the smart distribution network with high penetration of renewable distributed generation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 64, n. 3, p. 582–595, 2018.

MILBRADT, R. G. **Novos métodos de estimação de estado multi-área com potencial aplicação em redes elétricas inteligentes**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

PEREIRA, P. R. DA S. **Métodos para otimização dos ajuste dos reguladores de tensão e zonas de tap em sistemas de distribuição**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

PEREIRA, P. R. DA S. **Controle hierárquico e adaptativo para aumento do desempenho operacional de reguladores de tensão em redes elétricas inteligentes**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

REHTANZ, C.; GUILLAUD, X. Real-Time and Co-Simulations for the development of power system monitoring , control and protection. **2016 Power Systems Computation Conference (PSCC)**, p. 1–20, 2016.

SALCEDO, R. O. et al. **Development of a real-time Hardware- in-the-Loop power systems simulation platform to evaluate commercial microgrid controllers** Technical report 1203 MIT. Lexington, Massachusetts: [s.n.].

SHIRMOHAMMADI, D. et al. A compensation-based power flow method for weakly meshed distribution and transmission networks. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 3, n. 2, p. 753–762, 1988.

STETZ, T. et al. **High penetration of PV in local distribution grids**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

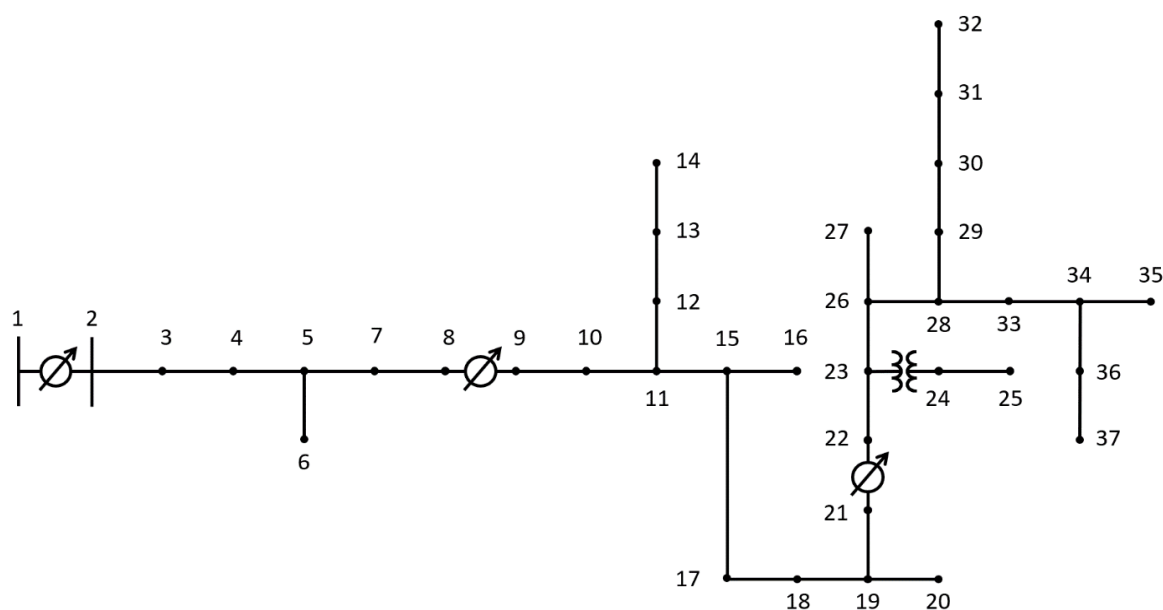
<https://www.researchgate.net/publication/309610205_High_Penetration_of_PV_in_Local_Distribution_Grids_-_Subtask_2_Case_Study_Collection>.

YAMANE, A. et al. Real-time simulation of distributed energy systems and microgrids. **International Federation of Automatic Control (IFAC)**, v. 49, n. 27, p. 183–187, 2016.

APÊNDICE A – DADOS DA REDE TESTE

A Figura A.1 apresenta a topologia geral da rede, com todas as suas ramificações, podendo elas serem monofásicas ou trifásicas. A rede proposta por esse estudo é baseada inteiramente na rede *IEEE 34 Node Test Feeder*. Porém, sob esse sistema padrão foram feitas simplificações e modificações de aspectos que não eram essenciais ou impactantes para o presente estudo. Dessa forma, na sequência são apresentados todos os parâmetros da rede modificada que foi proposta e utilizada durante todo trabalho, assim como os valores de potência e tensão base aplicados aos dados normalizados.

Figura A.1 – Topologia geral da rede



Fonte: Autor.

Quadro 1 – Valores base.

Parâmetro	Valor	Unidade
S_b	2,50	MVA
V_{b1}	69,00	kV
V_{b2}	24,90	kV
V_{b3}	4,16	kV

Fonte: Autor.

Quadro 2 – Parâmetros da rede.

Nó		Fase A		Fase B		Fase C	
Pai	Filho	R (p.u.)	X (p.u.)	R (p.u.)	X (p.u.)	R (p.u.)	X (p.u.)
1	2	0,01000000	0,08000000	0,01000000	0,08000000	0,01000000	0,08000000
2	3	0,00262050	0,00265222	0,00262050	0,00265222	0,00262050	0,00265222
3	4	0,00175716	0,00177843	0,00175716	0,00177843	0,00175716	0,00177843
4	5	0,03273593	0,03313220	0,03273593	0,03313220	0,03273593	0,03313220
5	6	0,00000000	0,00000000	0,01240854	0,00658435	0,00000000	0,00000000
5	7	0,03808865	0,03854972	0,03808865	0,03854972	0,03808865	0,03854972
7	8	0,03019668	0,03056222	0,03019668	0,03056222	0,03019668	0,03056222
8	9	0,02700000	0,01600000	0,02700000	0,01600000	0,02700000	0,01600000
9	10	0,00001468	0,00001085	0,00001468	0,00001085	0,00001468	0,00001085
10	11	0,00045514	0,00033621	0,00045514	0,00033621	0,00045514	0,00033621
11	12	0,00365586	0,00193991	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000
11	15	0,01499037	0,01107332	0,01499037	0,01107332	0,01499037	0,01107332
12	13	0,10294125	0,05462376	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000
13	14	0,02937514	0,01558734	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000
15	16	0,00000000	0,00000000	0,00647792	0,00343738	0,00000000	0,00000000
15	17	0,00123329	0,00091103	0,00123329	0,00091103	0,00123329	0,00091103
17	18	0,03001010	0,02216832	0,03001010	0,02216832	0,03001010	0,02216832
18	19	0,00076347	0,00056397	0,00076347	0,00056397	0,00076347	0,00056397
19	20	0,00000000	0,00000000	0,04987787	0,02646672	0,00000000	0,00000000
19	21	0,05407397	0,03994420	0,05407397	0,03994420	0,05407397	0,03994420
21	22	0,02500000	0,01500000	0,02500000	0,01500000	0,02500000	0,01500000
22	23	0,00001468	0,00001085	0,00001468	0,00001085	0,00001468	0,00001085
23	24	0,09500000	0,20400000	0,09500000	0,20400000	0,09500000	0,20400000
23	26	0,00719420	0,00531432	0,00719420	0,00531432	0,00719420	0,00531432
24	25	0,01072576	0,01085560	0,01072576	0,01085560	0,01072576	0,01085560
26	27	0,00346344	0,00183781	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000
26	28	0,00855963	0,00632296	0,00855963	0,00632296	0,00855963	0,00632296
28	29	0,00041110	0,00030368	0,00041110	0,00030368	0,00041110	0,00030368
28	33	0,00296577	0,00219080	0,00296577	0,00219080	0,00296577	0,00219080
29	30	0,00198208	0,00146415	0,00198208	0,00146415	0,00198208	0,00146415
30	31	0,00534426	0,00394778	0,00534426	0,00394778	0,00534426	0,00394778
31	32	0,00077815	0,00057481	0,00077815	0,00057481	0,00077815	0,00057481
33	34	0,00393479	0,00290661	0,00393479	0,00290661	0,00393479	0,00290661
34	35	0,00126266	0,00093272	0,00126266	0,00093272	0,00126266	0,00093272
34	36	0,00000000	0,00000000	0,00041092	0,00030390	0,00000000	0,00000000
36	37	0,00000000	0,00000000	0,00713238	0,00527478	0,00000000	0,00000000

Fonte: Autor.

Quadro 3 – Cargas da rede.

(Continua)

Nó	Fase A			Fase B			Fase C			Modelo de Carga		
	P (p.u.)	Ql (p.u.)	Qc (p.u.)	P (p.u.)	Ql (p.u.)	Qc (p.u.)	P (p.u.)	Ql (p.u.)	Qc (p.u.)	α	β	γ
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0360	0,0180	0,0000	0,0300	0,0168	0,0000	0	0	1
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0192	0,0096	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	1	0
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0060	0,0024	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	1	0
12	0,0408	0,0204	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1	0	0
13	0,0810	0,0420	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
14	0,0810	0,0420	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048	0,0024	0,0000	0	0	1
16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0480	0,0240	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	1	0
17	0,0084	0,0036	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
18	0,0120	0,0060	0,0000	0,0120	0,0060	0,0000	0,0300	0,0120	0,0000	1	0	0
19	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
23	0,0084	0,0036	0,0000	0,0024	0,0012	0,0000	0,0072	0,0036	0,0000	1	0	0
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
25	0,1800	0,0900	0,0000	0,1800	0,0900	0,0000	0,1800	0,0900	0,0000	0	1	0
26	0,0048	0,0024	0,0000	0,0180	0,0096	0,0000	0,0156	0,0084	0,0000	0	0	1
27	0,0024	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
28	0,0192	0,0096	0,0000	0,0240	0,0120	0,0000	0,1320	0,0660	0,0000	1	0	0
29	0,0108	0,0060	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1
30	0,1620	0,1260	0,1200	0,1620	0,1260	0,1200	0,1620	0,1260	0,1200	1	0	0
31	0,0000	0,0000	0,0000	0,0576	0,0276	0,0000	0,0240	0,0132	0,0000	0	0	1
32	0,0240	0,0192	0,1800	0,0240	0,0192	0,1800	0,0240	0,0192	0,1800	0	0	1
33	0,0600	0,0372	0,0000	0,0360	0,0264	0,0000	0,0744	0,0456	0,0000	0	0	1
34	0,0216	0,0108	0,0000	0,0264	0,0132	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	1	0

(Conclusão)

Nó	Fase A			Fase B			Fase C			Modelo de Carga		
	P (p.u.)	Ql (p.u.)	Qc (p.u.)	P (p.u.)	Ql (p.u.)	Qc (p.u.)	P (p.u.)	Ql (p.u.)	Qc (p.u.)	α	β	γ
35	0,0108	0,0084	0,0000	0,0108	0,0084	0,0000	0,0108	0,0084	0,0000	0	1	0
36	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0
37	0,0000	0,0000	0,0000	0,0336	0,0168	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	1

Fonte: Autor.

Quadro 4 – Característica das cargas.

(Continua)

Nó	Fase A	Fase B	Fase C
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	Perfil 2	Perfil 12
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	Perfil 12	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	-
11	-	Perfil 6	-
12	Perfil 10	-	-
13	-	-	-
14	Perfil 2	-	-
15	-	-	Perfil 6
16	-	Perfil 11	-
17	Perfil 10	-	-
18	Perfil 12	Perfil 8	Perfil 1
19	-	-	-
20	-	Perfil 11	-
21	-	-	-
22	-	-	-
23	Perfil 12	Perfil 9	Perfil 10
24	-	-	-

(Conclusão)

Nó	Fase A	Fase B	Fase C
25	Perfil 9	Perfil 5	Perfil 8
26	Perfil 3	Perfil 9	Perfil 1
27	Perfil 4	-	-
28	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 10
29	Perfil 9	-	-
30	Perfil 4	Perfil 12	Perfil 1
31	-	Perfil 6	Perfil 5
32	Perfil 10	Perfil 10	Perfil 3
33	Perfil 6	Perfil 6	Perfil 8
34	Perfil 9	Perfil 10	-
35	Perfil 4	Perfil 9	Perfil 8
36	-	-	-
37	-	Perfil 2	-

Quadro 5 – Perfis de carga.

(Continua)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
0	0,945	0,876	0,689	0,882	0,844	0,647	0,729	0,724	0,597	0,777	0,742	0,627
1	0,944	0,875	0,688	0,881	0,843	0,647	0,728	0,724	0,596	0,776	0,741	0,627
2	0,943	0,875	0,687	0,880	0,842	0,646	0,727	0,723	0,596	0,775	0,740	0,627
3	0,942	0,874	0,686	0,879	0,842	0,646	0,726	0,722	0,595	0,774	0,739	0,627
4	0,941	0,873	0,686	0,878	0,841	0,645	0,725	0,721	0,595	0,773	0,738	0,626
5	0,940	0,873	0,685	0,876	0,840	0,645	0,724	0,720	0,594	0,772	0,737	0,626
6	0,939	0,872	0,684	0,875	0,839	0,644	0,723	0,719	0,594	0,771	0,736	0,626
7	0,938	0,871	0,684	0,874	0,838	0,644	0,722	0,718	0,593	0,770	0,735	0,625
8	0,937	0,871	0,683	0,873	0,838	0,643	0,721	0,717	0,593	0,769	0,734	0,625
9	0,936	0,870	0,682	0,872	0,837	0,643	0,720	0,717	0,592	0,768	0,733	0,625
10	0,935	0,870	0,681	0,871	0,836	0,642	0,720	0,716	0,592	0,767	0,732	0,624
11	0,935	0,869	0,681	0,870	0,835	0,642	0,719	0,715	0,591	0,766	0,731	0,624
12	0,934	0,868	0,680	0,869	0,834	0,642	0,718	0,714	0,591	0,765	0,729	0,624
13	0,933	0,868	0,679	0,868	0,834	0,641	0,717	0,713	0,591	0,764	0,728	0,623
14	0,932	0,867	0,678	0,867	0,833	0,641	0,716	0,712	0,590	0,763	0,727	0,623
15	0,931	0,866	0,678	0,866	0,832	0,640	0,715	0,711	0,590	0,762	0,726	0,623
16	0,930	0,866	0,677	0,865	0,831	0,640	0,714	0,711	0,589	0,761	0,725	0,622
17	0,929	0,865	0,676	0,864	0,830	0,639	0,713	0,710	0,589	0,760	0,724	0,622
18	0,928	0,864	0,675	0,863	0,830	0,639	0,712	0,709	0,588	0,759	0,723	0,622
19	0,927	0,864	0,675	0,861	0,829	0,638	0,711	0,708	0,588	0,758	0,722	0,621

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
20	0,926	0,863	0,674	0,860	0,828	0,638	0,710	0,707	0,587	0,757	0,721	0,621
21	0,925	0,862	0,673	0,859	0,827	0,637	0,709	0,706	0,587	0,756	0,720	0,621
22	0,924	0,862	0,672	0,858	0,826	0,637	0,708	0,705	0,586	0,755	0,719	0,620
23	0,923	0,861	0,672	0,857	0,825	0,636	0,707	0,704	0,586	0,754	0,718	0,620
24	0,922	0,860	0,671	0,856	0,825	0,636	0,707	0,704	0,585	0,753	0,717	0,620
25	0,921	0,860	0,670	0,855	0,824	0,635	0,706	0,703	0,585	0,752	0,716	0,619
26	0,921	0,859	0,669	0,854	0,823	0,635	0,705	0,702	0,584	0,751	0,715	0,619
27	0,920	0,859	0,669	0,853	0,822	0,634	0,704	0,701	0,584	0,750	0,714	0,619
28	0,919	0,858	0,668	0,852	0,821	0,634	0,703	0,700	0,583	0,749	0,713	0,618
29	0,918	0,857	0,667	0,851	0,821	0,633	0,702	0,699	0,583	0,748	0,712	0,618
30	0,917	0,857	0,667	0,850	0,820	0,633	0,701	0,698	0,582	0,747	0,711	0,618
31	0,916	0,856	0,666	0,849	0,819	0,633	0,700	0,697	0,582	0,746	0,710	0,617
32	0,915	0,855	0,665	0,848	0,818	0,632	0,699	0,697	0,581	0,745	0,709	0,617
33	0,914	0,855	0,664	0,846	0,817	0,632	0,698	0,696	0,581	0,744	0,708	0,617
34	0,913	0,854	0,664	0,845	0,817	0,631	0,697	0,695	0,580	0,743	0,707	0,617
35	0,912	0,853	0,663	0,844	0,816	0,631	0,696	0,694	0,580	0,742	0,706	0,616
36	0,911	0,853	0,662	0,843	0,815	0,630	0,695	0,693	0,579	0,741	0,705	0,616
37	0,910	0,852	0,661	0,842	0,814	0,630	0,694	0,692	0,579	0,740	0,704	0,616
38	0,909	0,851	0,661	0,841	0,813	0,629	0,694	0,691	0,578	0,739	0,703	0,615
39	0,908	0,851	0,660	0,840	0,813	0,629	0,693	0,690	0,578	0,738	0,702	0,615
40	0,907	0,850	0,659	0,839	0,812	0,628	0,692	0,690	0,578	0,737	0,701	0,615
41	0,907	0,849	0,658	0,838	0,811	0,628	0,691	0,689	0,577	0,736	0,700	0,614
42	0,906	0,849	0,658	0,837	0,810	0,627	0,690	0,688	0,577	0,735	0,699	0,614
43	0,905	0,848	0,657	0,836	0,809	0,627	0,689	0,687	0,576	0,734	0,698	0,614
44	0,904	0,847	0,656	0,835	0,809	0,626	0,688	0,686	0,576	0,732	0,697	0,613
45	0,903	0,847	0,655	0,834	0,808	0,626	0,687	0,685	0,575	0,731	0,696	0,613
46	0,902	0,846	0,655	0,833	0,807	0,625	0,686	0,684	0,575	0,730	0,695	0,613
47	0,901	0,846	0,654	0,831	0,806	0,625	0,685	0,684	0,574	0,729	0,694	0,612
48	0,900	0,845	0,653	0,830	0,805	0,624	0,684	0,683	0,574	0,728	0,693	0,612
49	0,899	0,844	0,653	0,829	0,805	0,624	0,683	0,682	0,573	0,727	0,692	0,612
50	0,898	0,844	0,652	0,828	0,804	0,623	0,682	0,681	0,573	0,726	0,691	0,611
51	0,897	0,843	0,651	0,827	0,803	0,623	0,681	0,680	0,572	0,725	0,690	0,611
52	0,896	0,842	0,650	0,826	0,802	0,623	0,681	0,679	0,572	0,724	0,689	0,611
53	0,895	0,842	0,650	0,825	0,801	0,622	0,680	0,678	0,571	0,723	0,688	0,610
54	0,894	0,841	0,649	0,824	0,801	0,622	0,679	0,677	0,571	0,722	0,687	0,610
55	0,893	0,840	0,648	0,823	0,800	0,621	0,678	0,677	0,570	0,721	0,686	0,610
56	0,893	0,840	0,647	0,822	0,799	0,621	0,677	0,676	0,570	0,720	0,685	0,609
57	0,892	0,839	0,647	0,821	0,798	0,620	0,676	0,675	0,569	0,719	0,684	0,609
58	0,891	0,838	0,646	0,820	0,797	0,620	0,675	0,674	0,569	0,718	0,683	0,609
59	0,890	0,838	0,645	0,819	0,797	0,619	0,674	0,673	0,568	0,717	0,682	0,608
60	0,889	0,837	0,644	0,817	0,796	0,619	0,673	0,672	0,568	0,716	0,681	0,608
61	0,888	0,836	0,644	0,816	0,795	0,618	0,672	0,671	0,567	0,715	0,680	0,608
62	0,887	0,836	0,643	0,815	0,794	0,618	0,671	0,670	0,567	0,714	0,679	0,608
63	0,886	0,835	0,642	0,815	0,794	0,617	0,670	0,670	0,567	0,713	0,678	0,607

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
64	0,885	0,834	0,642	0,814	0,793	0,617	0,670	0,669	0,566	0,713	0,678	0,607
65	0,885	0,834	0,641	0,814	0,793	0,617	0,670	0,668	0,566	0,712	0,677	0,606
66	0,884	0,833	0,641	0,814	0,793	0,617	0,669	0,668	0,566	0,712	0,677	0,606
67	0,883	0,832	0,641	0,814	0,793	0,617	0,669	0,667	0,565	0,712	0,676	0,606
68	0,882	0,832	0,640	0,813	0,792	0,616	0,668	0,666	0,565	0,711	0,676	0,605
69	0,882	0,831	0,640	0,813	0,792	0,616	0,668	0,666	0,565	0,711	0,676	0,605
70	0,881	0,830	0,639	0,813	0,792	0,616	0,667	0,665	0,565	0,710	0,675	0,605
71	0,880	0,830	0,639	0,813	0,791	0,616	0,667	0,664	0,564	0,710	0,675	0,604
72	0,879	0,829	0,638	0,812	0,791	0,616	0,666	0,664	0,564	0,709	0,674	0,604
73	0,879	0,828	0,638	0,812	0,791	0,615	0,666	0,663	0,564	0,709	0,674	0,604
74	0,878	0,828	0,638	0,812	0,791	0,615	0,665	0,662	0,563	0,708	0,674	0,603
75	0,877	0,827	0,637	0,812	0,790	0,615	0,665	0,662	0,563	0,708	0,673	0,603
76	0,876	0,826	0,637	0,811	0,790	0,615	0,664	0,661	0,563	0,708	0,673	0,603
77	0,876	0,826	0,636	0,811	0,790	0,615	0,664	0,660	0,562	0,707	0,673	0,602
78	0,875	0,825	0,636	0,811	0,790	0,614	0,663	0,660	0,562	0,707	0,672	0,602
79	0,874	0,824	0,635	0,811	0,789	0,614	0,663	0,659	0,562	0,706	0,672	0,602
80	0,873	0,824	0,635	0,810	0,789	0,614	0,662	0,659	0,562	0,706	0,671	0,601
81	0,873	0,823	0,635	0,810	0,789	0,614	0,662	0,658	0,561	0,705	0,671	0,601
82	0,872	0,822	0,634	0,810	0,789	0,613	0,661	0,657	0,561	0,705	0,671	0,601
83	0,871	0,821	0,634	0,810	0,788	0,613	0,661	0,657	0,561	0,705	0,670	0,600
84	0,870	0,821	0,633	0,809	0,788	0,613	0,660	0,656	0,560	0,704	0,670	0,600
85	0,870	0,820	0,633	0,809	0,788	0,613	0,660	0,655	0,560	0,704	0,670	0,600
86	0,869	0,819	0,632	0,809	0,788	0,613	0,659	0,655	0,560	0,703	0,669	0,599
87	0,868	0,819	0,632	0,809	0,787	0,612	0,659	0,654	0,560	0,703	0,669	0,599
88	0,868	0,818	0,631	0,808	0,787	0,612	0,658	0,653	0,559	0,702	0,668	0,599
89	0,867	0,817	0,631	0,808	0,787	0,612	0,658	0,653	0,559	0,702	0,668	0,598
90	0,866	0,817	0,631	0,808	0,786	0,612	0,657	0,652	0,559	0,701	0,668	0,598
91	0,865	0,816	0,630	0,808	0,786	0,612	0,657	0,651	0,558	0,701	0,667	0,598
92	0,865	0,815	0,630	0,807	0,786	0,611	0,656	0,651	0,558	0,701	0,667	0,597
93	0,864	0,815	0,629	0,807	0,786	0,611	0,656	0,650	0,558	0,700	0,666	0,597
94	0,863	0,814	0,629	0,807	0,785	0,611	0,655	0,649	0,558	0,700	0,666	0,597
95	0,862	0,813	0,628	0,807	0,785	0,611	0,655	0,649	0,557	0,699	0,666	0,596
96	0,862	0,813	0,628	0,806	0,785	0,611	0,654	0,648	0,557	0,699	0,665	0,596
97	0,861	0,812	0,628	0,806	0,785	0,610	0,654	0,647	0,557	0,698	0,665	0,596
98	0,860	0,811	0,627	0,806	0,784	0,610	0,653	0,647	0,556	0,698	0,665	0,595
99	0,859	0,811	0,627	0,806	0,784	0,610	0,653	0,646	0,556	0,698	0,664	0,595
100	0,859	0,810	0,626	0,805	0,784	0,610	0,652	0,645	0,556	0,697	0,664	0,595
101	0,858	0,809	0,626	0,805	0,784	0,610	0,652	0,645	0,556	0,697	0,663	0,594
102	0,857	0,808	0,625	0,805	0,783	0,609	0,651	0,644	0,555	0,696	0,663	0,594
103	0,856	0,808	0,625	0,805	0,783	0,609	0,651	0,643	0,555	0,696	0,663	0,594
104	0,856	0,807	0,625	0,804	0,783	0,609	0,650	0,643	0,555	0,695	0,662	0,593
105	0,855	0,806	0,624	0,804	0,783	0,609	0,650	0,642	0,554	0,695	0,662	0,593
106	0,854	0,806	0,624	0,804	0,782	0,609	0,649	0,641	0,554	0,694	0,662	0,593
107	0,853	0,805	0,623	0,804	0,782	0,608	0,649	0,641	0,554	0,694	0,661	0,592

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
108	0,853	0,804	0,623	0,803	0,782	0,608	0,648	0,640	0,554	0,694	0,661	0,592
109	0,852	0,804	0,622	0,803	0,781	0,608	0,648	0,639	0,553	0,693	0,660	0,592
110	0,851	0,803	0,622	0,803	0,781	0,608	0,647	0,639	0,553	0,693	0,660	0,591
111	0,850	0,802	0,622	0,803	0,781	0,608	0,647	0,638	0,553	0,692	0,660	0,591
112	0,850	0,802	0,621	0,802	0,781	0,607	0,646	0,637	0,552	0,692	0,659	0,591
113	0,849	0,801	0,621	0,802	0,780	0,607	0,646	0,637	0,552	0,691	0,659	0,590
114	0,848	0,800	0,620	0,802	0,780	0,607	0,645	0,636	0,552	0,691	0,659	0,590
115	0,847	0,800	0,620	0,802	0,780	0,607	0,645	0,636	0,552	0,690	0,658	0,590
116	0,847	0,799	0,619	0,801	0,780	0,606	0,644	0,635	0,551	0,690	0,658	0,589
117	0,846	0,798	0,619	0,801	0,779	0,606	0,644	0,634	0,551	0,690	0,657	0,589
118	0,845	0,798	0,618	0,801	0,779	0,606	0,643	0,634	0,551	0,689	0,657	0,588
119	0,844	0,797	0,618	0,801	0,779	0,606	0,643	0,633	0,550	0,689	0,657	0,588
120	0,844	0,796	0,618	0,800	0,779	0,606	0,642	0,632	0,550	0,688	0,656	0,588
121	0,843	0,796	0,617	0,800	0,778	0,605	0,642	0,632	0,550	0,688	0,656	0,587
122	0,842	0,795	0,617	0,800	0,778	0,605	0,641	0,631	0,550	0,687	0,655	0,587
123	0,842	0,794	0,616	0,800	0,778	0,605	0,641	0,630	0,549	0,687	0,655	0,587
124	0,841	0,793	0,616	0,799	0,778	0,605	0,640	0,630	0,549	0,687	0,655	0,586
125	0,840	0,793	0,615	0,799	0,777	0,605	0,640	0,629	0,549	0,686	0,654	0,586
126	0,839	0,792	0,615	0,799	0,777	0,605	0,640	0,629	0,549	0,686	0,654	0,586
127	0,839	0,792	0,615	0,798	0,777	0,605	0,639	0,628	0,549	0,686	0,654	0,586
128	0,838	0,791	0,615	0,798	0,776	0,605	0,639	0,628	0,549	0,685	0,653	0,586
129	0,838	0,790	0,615	0,798	0,776	0,605	0,639	0,628	0,549	0,685	0,653	0,586
130	0,837	0,790	0,615	0,797	0,775	0,605	0,638	0,627	0,549	0,685	0,653	0,586
131	0,837	0,789	0,614	0,797	0,775	0,605	0,638	0,627	0,550	0,684	0,652	0,586
132	0,836	0,788	0,614	0,796	0,775	0,605	0,638	0,627	0,550	0,684	0,652	0,586
133	0,835	0,788	0,614	0,796	0,774	0,605	0,637	0,627	0,550	0,684	0,652	0,585
134	0,835	0,787	0,614	0,796	0,774	0,605	0,637	0,626	0,550	0,684	0,651	0,585
135	0,834	0,787	0,614	0,795	0,774	0,605	0,637	0,626	0,550	0,683	0,651	0,585
136	0,834	0,786	0,614	0,795	0,773	0,605	0,637	0,626	0,551	0,683	0,651	0,585
137	0,833	0,785	0,613	0,794	0,773	0,605	0,636	0,625	0,551	0,683	0,650	0,585
138	0,832	0,785	0,613	0,794	0,772	0,605	0,636	0,625	0,551	0,682	0,650	0,585
139	0,832	0,784	0,613	0,794	0,772	0,605	0,636	0,625	0,551	0,682	0,650	0,585
140	0,831	0,783	0,613	0,793	0,772	0,605	0,635	0,625	0,551	0,682	0,649	0,585
141	0,831	0,783	0,613	0,793	0,771	0,605	0,635	0,624	0,551	0,682	0,649	0,585
142	0,830	0,782	0,613	0,792	0,771	0,605	0,635	0,624	0,552	0,681	0,648	0,585
143	0,830	0,782	0,612	0,792	0,771	0,605	0,634	0,624	0,552	0,681	0,648	0,585
144	0,829	0,781	0,612	0,792	0,770	0,605	0,634	0,623	0,552	0,681	0,648	0,585
145	0,828	0,780	0,612	0,791	0,770	0,605	0,634	0,623	0,552	0,680	0,647	0,585
146	0,828	0,780	0,612	0,791	0,769	0,605	0,633	0,623	0,552	0,680	0,647	0,585
147	0,827	0,779	0,612	0,790	0,769	0,605	0,633	0,623	0,553	0,680	0,647	0,585
148	0,827	0,779	0,612	0,790	0,769	0,605	0,633	0,622	0,553	0,680	0,646	0,584
149	0,826	0,778	0,611	0,790	0,768	0,605	0,633	0,622	0,553	0,679	0,646	0,584
150	0,826	0,777	0,611	0,789	0,768	0,605	0,632	0,622	0,553	0,679	0,646	0,584
151	0,825	0,777	0,611	0,789	0,768	0,605	0,632	0,622	0,553	0,679	0,645	0,584

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
152	0,824	0,776	0,611	0,789	0,767	0,605	0,632	0,621	0,553	0,678	0,645	0,584
153	0,824	0,775	0,611	0,788	0,767	0,605	0,631	0,621	0,554	0,678	0,645	0,584
154	0,823	0,775	0,611	0,788	0,767	0,605	0,631	0,621	0,554	0,678	0,644	0,584
155	0,823	0,774	0,610	0,787	0,766	0,605	0,631	0,620	0,554	0,678	0,644	0,584
156	0,822	0,774	0,610	0,787	0,766	0,605	0,630	0,620	0,554	0,677	0,644	0,584
157	0,822	0,773	0,610	0,787	0,765	0,605	0,630	0,620	0,554	0,677	0,643	0,584
158	0,821	0,772	0,610	0,786	0,765	0,605	0,630	0,620	0,554	0,677	0,643	0,584
159	0,820	0,772	0,610	0,786	0,765	0,605	0,629	0,619	0,555	0,676	0,643	0,584
160	0,820	0,771	0,610	0,785	0,764	0,605	0,629	0,619	0,555	0,676	0,642	0,584
161	0,819	0,771	0,609	0,785	0,764	0,605	0,629	0,619	0,555	0,676	0,642	0,584
162	0,819	0,770	0,609	0,785	0,764	0,605	0,629	0,618	0,555	0,676	0,642	0,583
163	0,818	0,769	0,609	0,784	0,763	0,605	0,628	0,618	0,555	0,675	0,641	0,583
164	0,817	0,769	0,609	0,784	0,763	0,605	0,628	0,618	0,556	0,675	0,641	0,583
165	0,817	0,768	0,609	0,783	0,762	0,605	0,628	0,618	0,556	0,675	0,641	0,583
166	0,816	0,767	0,609	0,783	0,762	0,605	0,627	0,617	0,556	0,674	0,640	0,583
167	0,816	0,767	0,608	0,783	0,762	0,605	0,627	0,617	0,556	0,674	0,640	0,583
168	0,815	0,766	0,608	0,782	0,761	0,605	0,627	0,617	0,556	0,674	0,640	0,583
169	0,815	0,766	0,608	0,782	0,761	0,605	0,626	0,616	0,556	0,674	0,639	0,583
170	0,814	0,765	0,608	0,781	0,761	0,605	0,626	0,616	0,557	0,673	0,639	0,583
171	0,813	0,764	0,608	0,781	0,760	0,605	0,626	0,616	0,557	0,673	0,639	0,583
172	0,813	0,764	0,608	0,781	0,760	0,605	0,626	0,616	0,557	0,673	0,638	0,583
173	0,812	0,763	0,607	0,780	0,759	0,605	0,625	0,615	0,557	0,672	0,638	0,583
174	0,812	0,762	0,607	0,780	0,759	0,605	0,625	0,615	0,557	0,672	0,637	0,583
175	0,811	0,762	0,607	0,779	0,759	0,605	0,625	0,615	0,558	0,672	0,637	0,583
176	0,811	0,761	0,607	0,779	0,758	0,605	0,624	0,614	0,558	0,672	0,637	0,582
177	0,810	0,761	0,607	0,779	0,758	0,605	0,624	0,614	0,558	0,671	0,636	0,582
178	0,809	0,760	0,607	0,778	0,758	0,605	0,624	0,614	0,558	0,671	0,636	0,582
179	0,809	0,759	0,606	0,778	0,757	0,605	0,623	0,614	0,558	0,671	0,636	0,582
180	0,808	0,759	0,606	0,777	0,757	0,605	0,623	0,613	0,558	0,670	0,635	0,582
181	0,808	0,758	0,606	0,777	0,757	0,605	0,623	0,613	0,559	0,670	0,635	0,582
182	0,807	0,758	0,606	0,777	0,756	0,606	0,622	0,613	0,559	0,670	0,635	0,582
183	0,807	0,757	0,606	0,776	0,756	0,606	0,622	0,612	0,559	0,670	0,634	0,582
184	0,806	0,756	0,606	0,776	0,755	0,606	0,622	0,612	0,559	0,669	0,634	0,582
185	0,805	0,756	0,605	0,775	0,755	0,606	0,622	0,612	0,559	0,669	0,634	0,582
186	0,805	0,755	0,605	0,775	0,755	0,606	0,621	0,612	0,560	0,669	0,633	0,582
187	0,804	0,754	0,605	0,775	0,754	0,606	0,621	0,611	0,560	0,669	0,633	0,582
188	0,804	0,754	0,605	0,774	0,754	0,606	0,621	0,611	0,560	0,668	0,633	0,582
189	0,804	0,754	0,605	0,774	0,754	0,606	0,621	0,611	0,560	0,668	0,633	0,582
190	0,803	0,753	0,605	0,774	0,754	0,606	0,621	0,611	0,560	0,668	0,633	0,582
191	0,803	0,753	0,605	0,774	0,753	0,606	0,621	0,611	0,561	0,668	0,633	0,582
192	0,803	0,753	0,605	0,774	0,753	0,606	0,621	0,611	0,561	0,668	0,633	0,582
193	0,803	0,753	0,605	0,774	0,753	0,606	0,621	0,611	0,561	0,668	0,633	0,582
194	0,803	0,752	0,606	0,774	0,753	0,606	0,621	0,611	0,561	0,668	0,633	0,582
195	0,802	0,752	0,606	0,774	0,753	0,606	0,621	0,611	0,562	0,668	0,633	0,582

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
240	0,794	0,740	0,610	0,772	0,743	0,606	0,625	0,611	0,573	0,665	0,634	0,582
241	0,794	0,740	0,610	0,772	0,743	0,606	0,625	0,611	0,573	0,664	0,634	0,582
242	0,794	0,739	0,610	0,772	0,743	0,606	0,625	0,611	0,574	0,664	0,634	0,582
243	0,794	0,739	0,610	0,771	0,743	0,606	0,625	0,611	0,574	0,664	0,634	0,582
244	0,794	0,739	0,611	0,771	0,743	0,606	0,625	0,611	0,574	0,664	0,634	0,582
245	0,793	0,739	0,611	0,771	0,742	0,606	0,625	0,611	0,574	0,664	0,634	0,582
246	0,793	0,738	0,611	0,771	0,742	0,606	0,625	0,611	0,575	0,664	0,634	0,582
247	0,793	0,738	0,611	0,771	0,742	0,606	0,625	0,611	0,575	0,664	0,634	0,582
248	0,793	0,738	0,611	0,771	0,742	0,606	0,625	0,611	0,575	0,664	0,634	0,582
249	0,793	0,738	0,611	0,771	0,742	0,606	0,625	0,611	0,575	0,664	0,634	0,582
250	0,793	0,737	0,611	0,771	0,741	0,606	0,625	0,611	0,576	0,664	0,634	0,582
251	0,792	0,737	0,611	0,771	0,741	0,606	0,626	0,611	0,576	0,664	0,634	0,582
252	0,793	0,737	0,612	0,771	0,741	0,606	0,626	0,611	0,576	0,664	0,634	0,583
253	0,793	0,736	0,612	0,771	0,741	0,607	0,626	0,611	0,577	0,664	0,634	0,583
254	0,793	0,736	0,612	0,771	0,740	0,607	0,626	0,610	0,577	0,665	0,634	0,584
255	0,793	0,736	0,612	0,771	0,740	0,607	0,626	0,610	0,577	0,665	0,635	0,584
256	0,793	0,735	0,613	0,771	0,740	0,607	0,626	0,610	0,578	0,665	0,635	0,585
257	0,793	0,735	0,613	0,771	0,740	0,607	0,626	0,610	0,578	0,665	0,635	0,585
258	0,793	0,735	0,613	0,770	0,739	0,608	0,627	0,610	0,578	0,666	0,635	0,586
259	0,793	0,735	0,614	0,770	0,739	0,608	0,627	0,610	0,579	0,666	0,635	0,587
260	0,793	0,734	0,614	0,770	0,739	0,608	0,627	0,610	0,579	0,666	0,635	0,587
261	0,793	0,734	0,614	0,770	0,739	0,608	0,627	0,610	0,579	0,666	0,635	0,588
262	0,793	0,734	0,615	0,770	0,739	0,609	0,627	0,610	0,580	0,667	0,635	0,588
263	0,793	0,733	0,615	0,770	0,738	0,609	0,627	0,609	0,580	0,667	0,635	0,589
264	0,793	0,733	0,615	0,770	0,738	0,609	0,627	0,609	0,581	0,667	0,635	0,589
265	0,793	0,733	0,615	0,770	0,738	0,609	0,628	0,609	0,581	0,667	0,635	0,590
266	0,793	0,732	0,616	0,770	0,738	0,610	0,628	0,609	0,581	0,668	0,635	0,591
267	0,793	0,732	0,616	0,770	0,737	0,610	0,628	0,609	0,582	0,668	0,635	0,591
268	0,793	0,732	0,616	0,770	0,737	0,610	0,628	0,609	0,582	0,668	0,635	0,592
269	0,793	0,731	0,617	0,770	0,737	0,610	0,628	0,609	0,582	0,668	0,635	0,592
270	0,794	0,731	0,617	0,769	0,737	0,611	0,628	0,609	0,583	0,669	0,635	0,593
271	0,794	0,731	0,617	0,769	0,736	0,611	0,628	0,609	0,583	0,669	0,635	0,594
272	0,794	0,731	0,617	0,769	0,736	0,611	0,629	0,608	0,583	0,669	0,635	0,594
273	0,794	0,730	0,618	0,769	0,736	0,611	0,629	0,608	0,584	0,669	0,635	0,595
274	0,794	0,730	0,618	0,769	0,736	0,612	0,629	0,608	0,584	0,670	0,635	0,595
275	0,794	0,730	0,618	0,769	0,735	0,612	0,629	0,608	0,584	0,670	0,635	0,596
276	0,794	0,729	0,619	0,769	0,735	0,612	0,629	0,608	0,585	0,670	0,635	0,596
277	0,794	0,729	0,619	0,769	0,735	0,612	0,629	0,608	0,585	0,670	0,635	0,597
278	0,794	0,729	0,619	0,769	0,735	0,613	0,630	0,608	0,586	0,671	0,635	0,598
279	0,794	0,728	0,619	0,769	0,734	0,613	0,630	0,608	0,586	0,671	0,635	0,598
280	0,794	0,728	0,620	0,769	0,734	0,613	0,630	0,608	0,586	0,671	0,635	0,599
281	0,794	0,728	0,620	0,769	0,734	0,613	0,630	0,607	0,587	0,671	0,635	0,599
282	0,794	0,727	0,620	0,769	0,734	0,613	0,630	0,607	0,587	0,672	0,635	0,600
283	0,794	0,727	0,621	0,768	0,733	0,614	0,630	0,607	0,587	0,672	0,635	0,600

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
284	0,794	0,727	0,621	0,768	0,733	0,614	0,630	0,607	0,588	0,672	0,635	0,601
285	0,794	0,727	0,621	0,768	0,733	0,614	0,631	0,607	0,588	0,672	0,635	0,602
286	0,794	0,726	0,621	0,768	0,733	0,614	0,631	0,607	0,588	0,673	0,636	0,602
287	0,795	0,726	0,622	0,768	0,732	0,615	0,631	0,607	0,589	0,673	0,636	0,603
288	0,795	0,726	0,622	0,768	0,732	0,615	0,631	0,607	0,589	0,673	0,636	0,603
289	0,795	0,725	0,622	0,768	0,732	0,615	0,631	0,607	0,589	0,673	0,636	0,604
290	0,795	0,725	0,623	0,768	0,732	0,615	0,631	0,606	0,590	0,674	0,636	0,605
291	0,795	0,725	0,623	0,768	0,731	0,616	0,631	0,606	0,590	0,674	0,636	0,605
292	0,795	0,724	0,623	0,768	0,731	0,616	0,632	0,606	0,590	0,674	0,636	0,606
293	0,795	0,724	0,623	0,768	0,731	0,616	0,632	0,606	0,591	0,674	0,636	0,606
294	0,795	0,724	0,624	0,768	0,731	0,616	0,632	0,606	0,591	0,675	0,636	0,607
295	0,795	0,724	0,624	0,767	0,730	0,617	0,632	0,606	0,592	0,675	0,636	0,607
296	0,795	0,723	0,624	0,767	0,730	0,617	0,632	0,606	0,592	0,675	0,636	0,608
297	0,795	0,723	0,625	0,767	0,730	0,617	0,632	0,606	0,592	0,675	0,636	0,609
298	0,795	0,723	0,625	0,767	0,730	0,617	0,632	0,606	0,593	0,676	0,636	0,609
299	0,795	0,722	0,625	0,767	0,729	0,618	0,633	0,605	0,593	0,676	0,636	0,610
300	0,795	0,722	0,625	0,767	0,729	0,618	0,633	0,605	0,593	0,676	0,636	0,610
301	0,795	0,722	0,626	0,767	0,729	0,618	0,633	0,605	0,594	0,676	0,636	0,611
302	0,795	0,721	0,626	0,767	0,729	0,618	0,633	0,605	0,594	0,677	0,636	0,611
303	0,795	0,721	0,626	0,767	0,728	0,619	0,633	0,605	0,594	0,677	0,636	0,612
304	0,795	0,721	0,627	0,767	0,728	0,619	0,633	0,605	0,595	0,677	0,636	0,613
305	0,796	0,720	0,627	0,767	0,728	0,619	0,633	0,605	0,595	0,677	0,636	0,613
306	0,796	0,720	0,627	0,767	0,728	0,619	0,634	0,605	0,595	0,678	0,636	0,614
307	0,796	0,720	0,627	0,766	0,727	0,619	0,634	0,605	0,596	0,678	0,636	0,614
308	0,796	0,720	0,628	0,766	0,727	0,620	0,634	0,604	0,596	0,678	0,636	0,615
309	0,796	0,719	0,628	0,766	0,727	0,620	0,634	0,604	0,597	0,678	0,636	0,615
310	0,796	0,719	0,628	0,766	0,727	0,620	0,634	0,604	0,597	0,679	0,636	0,616
311	0,796	0,719	0,629	0,766	0,726	0,620	0,634	0,604	0,597	0,679	0,636	0,617
312	0,796	0,718	0,629	0,766	0,726	0,621	0,635	0,604	0,598	0,679	0,636	0,617
313	0,796	0,718	0,629	0,766	0,726	0,621	0,635	0,604	0,598	0,679	0,636	0,618
314	0,796	0,718	0,630	0,766	0,726	0,622	0,635	0,604	0,599	0,680	0,636	0,619
315	0,796	0,718	0,630	0,766	0,726	0,623	0,635	0,604	0,601	0,680	0,636	0,620
316	0,797	0,718	0,631	0,766	0,727	0,624	0,636	0,605	0,602	0,681	0,636	0,621
317	0,797	0,717	0,632	0,766	0,727	0,625	0,636	0,605	0,604	0,681	0,635	0,622
318	0,797	0,717	0,632	0,766	0,727	0,627	0,636	0,605	0,605	0,681	0,635	0,624
319	0,797	0,717	0,633	0,766	0,727	0,628	0,636	0,605	0,607	0,682	0,635	0,625
320	0,797	0,717	0,634	0,766	0,728	0,629	0,637	0,606	0,608	0,682	0,634	0,626
321	0,798	0,717	0,635	0,766	0,728	0,630	0,637	0,606	0,610	0,682	0,634	0,627
322	0,798	0,717	0,635	0,766	0,728	0,631	0,637	0,606	0,612	0,683	0,634	0,628
323	0,798	0,717	0,636	0,767	0,729	0,632	0,638	0,606	0,613	0,683	0,634	0,630
324	0,798	0,716	0,637	0,767	0,729	0,633	0,638	0,607	0,615	0,683	0,633	0,631
325	0,799	0,716	0,637	0,767	0,729	0,635	0,638	0,607	0,616	0,684	0,633	0,632
326	0,799	0,716	0,638	0,767	0,729	0,636	0,639	0,607	0,618	0,684	0,633	0,633
327	0,799	0,716	0,639	0,767	0,730	0,637	0,639	0,608	0,619	0,684	0,632	0,634

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
328	0,799	0,716	0,639	0,767	0,730	0,638	0,639	0,608	0,621	0,685	0,632	0,635
329	0,799	0,716	0,640	0,767	0,730	0,639	0,639	0,608	0,622	0,685	0,632	0,637
330	0,800	0,716	0,641	0,767	0,730	0,640	0,640	0,608	0,624	0,685	0,631	0,638
331	0,800	0,715	0,641	0,767	0,731	0,641	0,640	0,609	0,625	0,686	0,631	0,639
332	0,800	0,715	0,642	0,767	0,731	0,642	0,640	0,609	0,627	0,686	0,631	0,640
333	0,800	0,715	0,643	0,767	0,731	0,644	0,641	0,609	0,628	0,686	0,631	0,641
334	0,800	0,715	0,643	0,767	0,732	0,645	0,641	0,609	0,630	0,687	0,630	0,643
335	0,801	0,715	0,644	0,767	0,732	0,646	0,641	0,610	0,631	0,687	0,630	0,644
336	0,801	0,715	0,645	0,767	0,732	0,647	0,642	0,610	0,633	0,688	0,630	0,645
337	0,801	0,714	0,645	0,767	0,732	0,648	0,642	0,610	0,634	0,688	0,629	0,646
338	0,801	0,714	0,646	0,767	0,733	0,649	0,642	0,610	0,636	0,688	0,629	0,647
339	0,802	0,714	0,647	0,767	0,733	0,650	0,642	0,611	0,637	0,689	0,629	0,648
340	0,802	0,714	0,647	0,767	0,733	0,652	0,643	0,611	0,639	0,689	0,629	0,650
341	0,802	0,714	0,648	0,767	0,733	0,653	0,643	0,611	0,640	0,689	0,628	0,651
342	0,802	0,714	0,649	0,768	0,734	0,654	0,643	0,611	0,642	0,690	0,628	0,652
343	0,802	0,714	0,649	0,768	0,734	0,655	0,644	0,612	0,643	0,690	0,628	0,653
344	0,803	0,713	0,650	0,768	0,734	0,656	0,644	0,612	0,645	0,690	0,627	0,654
345	0,803	0,713	0,651	0,768	0,735	0,657	0,644	0,612	0,646	0,691	0,627	0,656
346	0,803	0,713	0,651	0,768	0,735	0,658	0,645	0,613	0,648	0,691	0,627	0,657
347	0,803	0,713	0,652	0,768	0,735	0,660	0,645	0,613	0,649	0,691	0,627	0,658
348	0,803	0,713	0,653	0,768	0,735	0,661	0,645	0,613	0,651	0,692	0,626	0,659
349	0,804	0,713	0,654	0,768	0,736	0,662	0,645	0,613	0,652	0,692	0,626	0,660
350	0,804	0,713	0,654	0,768	0,736	0,663	0,646	0,614	0,654	0,692	0,626	0,661
351	0,804	0,712	0,655	0,768	0,736	0,664	0,646	0,614	0,656	0,693	0,625	0,663
352	0,804	0,712	0,656	0,768	0,736	0,665	0,646	0,614	0,657	0,693	0,625	0,664
353	0,805	0,712	0,656	0,768	0,737	0,666	0,647	0,614	0,659	0,693	0,625	0,665
354	0,805	0,712	0,657	0,768	0,737	0,667	0,647	0,615	0,660	0,694	0,624	0,666
355	0,805	0,712	0,658	0,768	0,737	0,669	0,647	0,615	0,662	0,694	0,624	0,667
356	0,805	0,712	0,658	0,768	0,737	0,670	0,648	0,615	0,663	0,695	0,624	0,669
357	0,805	0,712	0,659	0,768	0,738	0,671	0,648	0,615	0,665	0,695	0,624	0,670
358	0,806	0,711	0,660	0,768	0,738	0,672	0,648	0,616	0,666	0,695	0,623	0,671
359	0,806	0,711	0,660	0,768	0,738	0,673	0,648	0,616	0,668	0,696	0,623	0,672
360	0,806	0,711	0,661	0,768	0,739	0,674	0,649	0,616	0,669	0,696	0,623	0,673
361	0,806	0,711	0,662	0,769	0,739	0,675	0,649	0,616	0,671	0,696	0,622	0,674
362	0,806	0,711	0,662	0,769	0,739	0,677	0,649	0,617	0,672	0,697	0,622	0,676
363	0,807	0,711	0,663	0,769	0,739	0,678	0,650	0,617	0,674	0,697	0,622	0,677
364	0,807	0,711	0,664	0,769	0,740	0,679	0,650	0,617	0,675	0,697	0,622	0,678
365	0,807	0,710	0,664	0,769	0,740	0,680	0,650	0,618	0,677	0,698	0,621	0,679
366	0,807	0,710	0,665	0,769	0,740	0,681	0,651	0,618	0,678	0,698	0,621	0,680
367	0,808	0,710	0,666	0,769	0,740	0,682	0,651	0,618	0,680	0,698	0,621	0,682
368	0,808	0,710	0,666	0,769	0,741	0,683	0,651	0,618	0,681	0,699	0,620	0,683
369	0,808	0,710	0,667	0,769	0,741	0,685	0,651	0,619	0,683	0,699	0,620	0,684
370	0,808	0,710	0,668	0,769	0,741	0,686	0,652	0,619	0,684	0,699	0,620	0,685
371	0,808	0,710	0,668	0,769	0,742	0,687	0,652	0,619	0,686	0,700	0,620	0,686

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
372	0,809	0,709	0,669	0,769	0,742	0,688	0,652	0,619	0,687	0,700	0,619	0,687
373	0,809	0,709	0,670	0,769	0,742	0,689	0,653	0,620	0,689	0,700	0,619	0,689
374	0,809	0,709	0,671	0,769	0,742	0,690	0,653	0,620	0,690	0,701	0,619	0,690
375	0,809	0,709	0,671	0,769	0,743	0,691	0,653	0,620	0,692	0,701	0,618	0,691
376	0,809	0,709	0,672	0,769	0,743	0,693	0,654	0,620	0,693	0,701	0,618	0,692
377	0,810	0,709	0,674	0,770	0,742	0,694	0,654	0,620	0,695	0,701	0,618	0,693
378	0,810	0,709	0,675	0,770	0,742	0,695	0,655	0,620	0,696	0,701	0,618	0,694
379	0,810	0,709	0,677	0,770	0,741	0,696	0,656	0,620	0,698	0,701	0,618	0,694
380	0,811	0,709	0,678	0,770	0,741	0,698	0,657	0,620	0,699	0,700	0,618	0,695
381	0,811	0,709	0,680	0,771	0,741	0,699	0,657	0,620	0,701	0,700	0,617	0,696
382	0,811	0,709	0,681	0,771	0,740	0,700	0,658	0,620	0,702	0,700	0,617	0,697
383	0,812	0,709	0,683	0,771	0,740	0,702	0,659	0,620	0,703	0,700	0,617	0,697
384	0,812	0,709	0,684	0,772	0,739	0,703	0,659	0,620	0,705	0,700	0,617	0,698
385	0,812	0,709	0,686	0,772	0,739	0,704	0,660	0,620	0,706	0,699	0,617	0,699
386	0,813	0,709	0,688	0,772	0,738	0,706	0,661	0,620	0,708	0,699	0,617	0,700
387	0,813	0,709	0,689	0,772	0,738	0,707	0,662	0,620	0,709	0,699	0,617	0,701
388	0,813	0,709	0,691	0,773	0,738	0,708	0,662	0,620	0,711	0,699	0,617	0,701
389	0,814	0,709	0,692	0,773	0,737	0,710	0,663	0,620	0,712	0,699	0,617	0,702
390	0,814	0,709	0,694	0,773	0,737	0,711	0,664	0,619	0,714	0,698	0,616	0,703
391	0,814	0,710	0,695	0,773	0,736	0,712	0,664	0,619	0,715	0,698	0,616	0,704
392	0,815	0,710	0,697	0,774	0,736	0,713	0,665	0,619	0,716	0,698	0,616	0,705
393	0,815	0,710	0,698	0,774	0,735	0,715	0,666	0,619	0,718	0,698	0,616	0,705
394	0,815	0,710	0,700	0,774	0,735	0,716	0,667	0,619	0,719	0,697	0,616	0,706
395	0,816	0,710	0,701	0,774	0,734	0,717	0,667	0,619	0,721	0,697	0,616	0,707
396	0,816	0,710	0,703	0,775	0,734	0,719	0,668	0,619	0,722	0,697	0,616	0,708
397	0,816	0,710	0,704	0,775	0,734	0,720	0,669	0,619	0,724	0,697	0,616	0,708
398	0,817	0,710	0,706	0,775	0,733	0,721	0,669	0,619	0,725	0,697	0,615	0,709
399	0,817	0,710	0,707	0,776	0,733	0,723	0,670	0,619	0,726	0,696	0,615	0,710
400	0,817	0,710	0,709	0,776	0,732	0,724	0,671	0,619	0,728	0,696	0,615	0,711
401	0,818	0,710	0,711	0,776	0,732	0,725	0,672	0,619	0,729	0,696	0,615	0,712
402	0,818	0,710	0,712	0,776	0,731	0,727	0,672	0,619	0,731	0,696	0,615	0,712
403	0,818	0,710	0,714	0,777	0,731	0,728	0,673	0,619	0,732	0,695	0,615	0,713
404	0,819	0,710	0,715	0,777	0,731	0,729	0,674	0,619	0,734	0,695	0,615	0,714
405	0,819	0,710	0,717	0,777	0,730	0,730	0,675	0,619	0,735	0,695	0,615	0,715
406	0,819	0,710	0,718	0,777	0,730	0,732	0,675	0,619	0,737	0,695	0,614	0,716
407	0,820	0,710	0,720	0,778	0,729	0,733	0,676	0,618	0,738	0,695	0,614	0,716
408	0,820	0,710	0,721	0,778	0,729	0,734	0,677	0,618	0,739	0,694	0,614	0,717
409	0,820	0,710	0,723	0,778	0,728	0,736	0,677	0,618	0,741	0,694	0,614	0,718
410	0,821	0,710	0,724	0,779	0,728	0,737	0,678	0,618	0,742	0,694	0,614	0,719
411	0,821	0,710	0,726	0,779	0,728	0,738	0,679	0,618	0,744	0,694	0,614	0,719
412	0,821	0,710	0,727	0,779	0,727	0,740	0,680	0,618	0,745	0,694	0,614	0,720
413	0,822	0,710	0,729	0,779	0,727	0,741	0,680	0,618	0,747	0,693	0,614	0,721
414	0,822	0,711	0,731	0,780	0,726	0,742	0,681	0,618	0,748	0,693	0,613	0,722
415	0,822	0,711	0,732	0,780	0,726	0,743	0,682	0,618	0,749	0,693	0,613	0,723

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
416	0,823	0,711	0,734	0,780	0,725	0,745	0,682	0,618	0,751	0,693	0,613	0,723
417	0,823	0,711	0,735	0,780	0,725	0,746	0,683	0,618	0,752	0,692	0,613	0,724
418	0,823	0,711	0,737	0,781	0,725	0,747	0,684	0,618	0,754	0,692	0,613	0,725
419	0,824	0,711	0,738	0,781	0,724	0,749	0,685	0,618	0,755	0,692	0,613	0,726
420	0,824	0,711	0,740	0,781	0,724	0,750	0,685	0,618	0,757	0,692	0,613	0,726
421	0,824	0,711	0,741	0,781	0,723	0,751	0,686	0,618	0,758	0,692	0,613	0,727
422	0,825	0,711	0,743	0,782	0,723	0,753	0,687	0,618	0,760	0,691	0,612	0,728
423	0,825	0,711	0,744	0,782	0,722	0,754	0,687	0,617	0,761	0,691	0,612	0,729
424	0,825	0,711	0,746	0,782	0,722	0,755	0,688	0,617	0,762	0,691	0,612	0,730
425	0,826	0,711	0,747	0,783	0,722	0,757	0,689	0,617	0,764	0,691	0,612	0,730
426	0,826	0,711	0,749	0,783	0,721	0,758	0,690	0,617	0,765	0,691	0,612	0,731
427	0,826	0,711	0,750	0,783	0,721	0,759	0,690	0,617	0,767	0,690	0,612	0,732
428	0,827	0,711	0,752	0,783	0,720	0,760	0,691	0,617	0,768	0,690	0,612	0,733
429	0,827	0,711	0,754	0,784	0,720	0,762	0,692	0,617	0,770	0,690	0,612	0,734
430	0,827	0,711	0,755	0,784	0,719	0,763	0,692	0,617	0,771	0,690	0,611	0,734
431	0,828	0,711	0,757	0,784	0,719	0,764	0,693	0,617	0,772	0,689	0,611	0,735
432	0,828	0,711	0,758	0,784	0,719	0,766	0,694	0,617	0,774	0,689	0,611	0,736
433	0,828	0,711	0,760	0,785	0,718	0,767	0,695	0,617	0,775	0,689	0,611	0,737
434	0,829	0,711	0,761	0,785	0,718	0,768	0,695	0,617	0,777	0,689	0,611	0,737
435	0,829	0,711	0,763	0,785	0,717	0,770	0,696	0,617	0,778	0,689	0,611	0,738
436	0,829	0,711	0,764	0,785	0,717	0,771	0,697	0,617	0,780	0,688	0,611	0,739
437	0,830	0,712	0,766	0,786	0,716	0,772	0,698	0,617	0,781	0,688	0,611	0,740
438	0,830	0,712	0,767	0,786	0,716	0,774	0,698	0,617	0,783	0,688	0,610	0,741
439	0,830	0,712	0,769	0,787	0,716	0,775	0,699	0,617	0,784	0,689	0,611	0,742
440	0,830	0,712	0,771	0,788	0,717	0,776	0,700	0,618	0,785	0,691	0,613	0,744
441	0,831	0,712	0,773	0,788	0,717	0,777	0,700	0,619	0,787	0,693	0,614	0,746
442	0,831	0,712	0,775	0,789	0,718	0,778	0,701	0,620	0,788	0,694	0,615	0,748
443	0,831	0,713	0,777	0,790	0,718	0,780	0,702	0,620	0,790	0,696	0,616	0,750
444	0,832	0,713	0,779	0,791	0,719	0,781	0,702	0,621	0,791	0,698	0,617	0,751
445	0,832	0,713	0,781	0,792	0,719	0,782	0,703	0,622	0,792	0,700	0,619	0,753
446	0,832	0,713	0,783	0,793	0,720	0,783	0,704	0,623	0,794	0,701	0,620	0,755
447	0,832	0,714	0,785	0,794	0,720	0,784	0,705	0,624	0,795	0,703	0,621	0,757
448	0,833	0,714	0,787	0,794	0,721	0,786	0,705	0,624	0,797	0,705	0,622	0,759
449	0,833	0,714	0,789	0,795	0,721	0,787	0,706	0,625	0,798	0,707	0,624	0,761
450	0,833	0,714	0,791	0,796	0,722	0,788	0,707	0,626	0,799	0,708	0,625	0,762
451	0,834	0,715	0,793	0,797	0,722	0,789	0,707	0,627	0,801	0,710	0,626	0,764
452	0,834	0,715	0,795	0,798	0,723	0,790	0,708	0,628	0,802	0,712	0,627	0,766
453	0,834	0,715	0,797	0,799	0,723	0,792	0,709	0,628	0,804	0,714	0,629	0,768
454	0,834	0,715	0,799	0,799	0,724	0,793	0,709	0,629	0,805	0,715	0,630	0,770
455	0,835	0,716	0,800	0,800	0,724	0,794	0,710	0,630	0,807	0,717	0,631	0,772
456	0,835	0,716	0,802	0,801	0,725	0,795	0,711	0,631	0,808	0,719	0,632	0,773
457	0,835	0,716	0,804	0,802	0,725	0,796	0,712	0,632	0,809	0,721	0,634	0,775
458	0,836	0,716	0,806	0,803	0,726	0,798	0,712	0,633	0,811	0,722	0,635	0,777
459	0,836	0,717	0,808	0,804	0,726	0,799	0,713	0,633	0,812	0,724	0,636	0,779

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
460	0,836	0,717	0,810	0,805	0,727	0,800	0,714	0,634	0,814	0,726	0,637	0,781
461	0,837	0,717	0,812	0,805	0,727	0,801	0,714	0,635	0,815	0,728	0,639	0,783
462	0,837	0,717	0,814	0,806	0,728	0,803	0,715	0,636	0,816	0,729	0,640	0,784
463	0,837	0,718	0,816	0,807	0,728	0,804	0,716	0,637	0,818	0,731	0,641	0,786
464	0,837	0,718	0,818	0,808	0,729	0,805	0,716	0,637	0,819	0,733	0,642	0,788
465	0,838	0,718	0,820	0,809	0,729	0,806	0,717	0,638	0,821	0,735	0,643	0,790
466	0,838	0,718	0,822	0,810	0,730	0,807	0,718	0,639	0,822	0,736	0,645	0,792
467	0,838	0,718	0,824	0,811	0,730	0,809	0,719	0,640	0,824	0,738	0,646	0,794
468	0,839	0,719	0,826	0,811	0,731	0,810	0,719	0,641	0,825	0,740	0,647	0,795
469	0,839	0,719	0,828	0,812	0,731	0,811	0,720	0,641	0,826	0,742	0,648	0,797
470	0,839	0,719	0,830	0,813	0,732	0,812	0,721	0,642	0,828	0,743	0,650	0,799
471	0,839	0,719	0,832	0,814	0,732	0,813	0,721	0,643	0,829	0,745	0,651	0,801
472	0,840	0,720	0,834	0,815	0,733	0,815	0,722	0,644	0,831	0,747	0,652	0,803
473	0,840	0,720	0,836	0,816	0,733	0,816	0,723	0,645	0,832	0,749	0,653	0,805
474	0,840	0,720	0,838	0,817	0,734	0,817	0,723	0,645	0,833	0,750	0,655	0,806
475	0,841	0,720	0,839	0,817	0,734	0,818	0,724	0,646	0,835	0,752	0,656	0,808
476	0,841	0,721	0,841	0,818	0,735	0,819	0,725	0,647	0,836	0,754	0,657	0,810
477	0,841	0,721	0,843	0,819	0,735	0,821	0,726	0,648	0,838	0,756	0,658	0,812
478	0,841	0,721	0,845	0,820	0,736	0,822	0,726	0,649	0,839	0,757	0,660	0,814
479	0,842	0,721	0,847	0,821	0,736	0,823	0,727	0,650	0,841	0,759	0,661	0,816
480	0,842	0,722	0,849	0,822	0,737	0,824	0,728	0,650	0,842	0,761	0,662	0,817
481	0,842	0,722	0,851	0,823	0,737	0,825	0,728	0,651	0,843	0,763	0,663	0,819
482	0,843	0,722	0,853	0,823	0,738	0,827	0,729	0,652	0,845	0,764	0,665	0,821
483	0,843	0,722	0,855	0,824	0,738	0,828	0,730	0,653	0,846	0,766	0,666	0,823
484	0,843	0,723	0,857	0,825	0,739	0,829	0,731	0,654	0,848	0,768	0,667	0,825
485	0,843	0,723	0,859	0,826	0,739	0,830	0,731	0,654	0,849	0,770	0,668	0,827
486	0,844	0,723	0,861	0,827	0,740	0,831	0,732	0,655	0,850	0,771	0,669	0,828
487	0,844	0,723	0,863	0,828	0,740	0,833	0,733	0,656	0,852	0,773	0,671	0,830
488	0,844	0,724	0,865	0,828	0,741	0,834	0,733	0,657	0,853	0,775	0,672	0,832
489	0,845	0,724	0,867	0,829	0,741	0,835	0,734	0,658	0,855	0,777	0,673	0,834
490	0,845	0,724	0,869	0,830	0,742	0,836	0,735	0,658	0,856	0,778	0,674	0,836
491	0,845	0,724	0,871	0,831	0,742	0,838	0,735	0,659	0,858	0,780	0,676	0,838
492	0,845	0,724	0,873	0,832	0,743	0,839	0,736	0,660	0,859	0,782	0,677	0,840
493	0,846	0,725	0,875	0,833	0,743	0,840	0,737	0,661	0,860	0,784	0,678	0,841
494	0,846	0,725	0,877	0,834	0,744	0,841	0,738	0,662	0,862	0,785	0,679	0,843
495	0,846	0,725	0,878	0,834	0,744	0,842	0,738	0,663	0,863	0,787	0,681	0,845
496	0,847	0,725	0,880	0,835	0,745	0,844	0,739	0,663	0,865	0,789	0,682	0,847
497	0,847	0,726	0,882	0,836	0,745	0,845	0,740	0,664	0,866	0,791	0,683	0,849
498	0,847	0,726	0,884	0,837	0,746	0,846	0,740	0,665	0,867	0,792	0,684	0,851
499	0,848	0,726	0,886	0,838	0,746	0,847	0,741	0,666	0,869	0,794	0,686	0,852
500	0,848	0,726	0,888	0,839	0,747	0,848	0,742	0,667	0,870	0,796	0,687	0,854
501	0,848	0,727	0,890	0,840	0,747	0,850	0,742	0,667	0,872	0,797	0,688	0,856
502	0,849	0,727	0,891	0,841	0,748	0,851	0,743	0,668	0,872	0,798	0,689	0,857
503	0,850	0,728	0,892	0,842	0,749	0,852	0,744	0,669	0,873	0,799	0,690	0,858

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
504	0,851	0,728	0,892	0,843	0,750	0,853	0,745	0,670	0,873	0,800	0,690	0,858
505	0,851	0,728	0,893	0,844	0,750	0,854	0,746	0,670	0,874	0,801	0,691	0,859
506	0,852	0,729	0,894	0,845	0,751	0,856	0,747	0,671	0,874	0,802	0,692	0,860
507	0,853	0,729	0,895	0,846	0,752	0,857	0,748	0,672	0,875	0,803	0,693	0,861
508	0,854	0,730	0,896	0,846	0,753	0,858	0,748	0,673	0,875	0,804	0,694	0,862
509	0,855	0,730	0,896	0,847	0,753	0,859	0,749	0,674	0,876	0,805	0,695	0,863
510	0,856	0,731	0,897	0,848	0,754	0,861	0,750	0,674	0,876	0,806	0,696	0,864
511	0,856	0,731	0,898	0,849	0,755	0,862	0,751	0,675	0,877	0,806	0,696	0,864
512	0,857	0,731	0,899	0,850	0,756	0,863	0,752	0,676	0,878	0,807	0,697	0,865
513	0,858	0,732	0,900	0,851	0,756	0,864	0,753	0,677	0,878	0,808	0,698	0,866
514	0,859	0,732	0,900	0,852	0,757	0,865	0,754	0,677	0,879	0,809	0,699	0,867
515	0,860	0,733	0,901	0,853	0,758	0,867	0,754	0,678	0,879	0,810	0,700	0,868
516	0,860	0,733	0,902	0,854	0,759	0,868	0,755	0,679	0,880	0,811	0,701	0,869
517	0,861	0,734	0,903	0,855	0,759	0,869	0,756	0,680	0,880	0,812	0,701	0,869
518	0,862	0,734	0,903	0,856	0,760	0,870	0,757	0,681	0,881	0,813	0,702	0,870
519	0,863	0,734	0,904	0,857	0,761	0,872	0,758	0,681	0,881	0,814	0,703	0,871
520	0,864	0,735	0,905	0,858	0,762	0,873	0,759	0,682	0,882	0,815	0,704	0,872
521	0,865	0,735	0,906	0,859	0,762	0,874	0,759	0,683	0,882	0,815	0,705	0,873
522	0,865	0,736	0,907	0,860	0,763	0,875	0,760	0,684	0,883	0,816	0,706	0,874
523	0,866	0,736	0,907	0,861	0,764	0,876	0,761	0,684	0,883	0,817	0,707	0,875
524	0,867	0,737	0,908	0,862	0,765	0,878	0,762	0,685	0,884	0,818	0,707	0,875
525	0,868	0,737	0,909	0,863	0,765	0,879	0,763	0,686	0,885	0,819	0,708	0,876
526	0,869	0,737	0,910	0,864	0,766	0,880	0,764	0,687	0,885	0,820	0,709	0,877
527	0,869	0,738	0,911	0,865	0,767	0,881	0,765	0,688	0,886	0,821	0,710	0,878
528	0,870	0,738	0,911	0,866	0,767	0,882	0,765	0,688	0,886	0,822	0,711	0,879
529	0,871	0,739	0,912	0,867	0,768	0,884	0,766	0,689	0,887	0,823	0,712	0,880
530	0,872	0,739	0,913	0,868	0,769	0,885	0,767	0,690	0,887	0,823	0,712	0,881
531	0,873	0,740	0,914	0,869	0,770	0,886	0,768	0,691	0,888	0,824	0,713	0,881
532	0,874	0,740	0,915	0,870	0,770	0,887	0,769	0,691	0,888	0,825	0,714	0,882
533	0,874	0,740	0,915	0,871	0,771	0,889	0,770	0,692	0,889	0,826	0,715	0,883
534	0,875	0,741	0,916	0,872	0,772	0,890	0,771	0,693	0,889	0,827	0,716	0,884
535	0,876	0,741	0,917	0,873	0,773	0,891	0,771	0,694	0,890	0,828	0,717	0,885
536	0,877	0,742	0,918	0,874	0,773	0,892	0,772	0,695	0,890	0,829	0,718	0,886
537	0,878	0,742	0,919	0,875	0,774	0,893	0,773	0,695	0,891	0,830	0,718	0,886
538	0,878	0,743	0,919	0,876	0,775	0,895	0,774	0,696	0,892	0,831	0,719	0,887
539	0,879	0,743	0,920	0,877	0,776	0,896	0,775	0,697	0,892	0,832	0,720	0,888
540	0,880	0,743	0,921	0,878	0,776	0,897	0,776	0,698	0,893	0,832	0,721	0,889
541	0,881	0,744	0,922	0,879	0,777	0,898	0,777	0,698	0,893	0,833	0,722	0,890
542	0,882	0,744	0,922	0,880	0,778	0,900	0,777	0,699	0,894	0,834	0,723	0,891
543	0,883	0,745	0,923	0,881	0,779	0,901	0,778	0,700	0,894	0,835	0,723	0,892
544	0,883	0,745	0,924	0,882	0,779	0,902	0,779	0,701	0,895	0,836	0,724	0,892
545	0,884	0,746	0,925	0,883	0,780	0,903	0,780	0,702	0,895	0,837	0,725	0,893
546	0,885	0,746	0,926	0,884	0,781	0,904	0,781	0,702	0,896	0,838	0,726	0,894
547	0,886	0,747	0,926	0,885	0,782	0,906	0,782	0,703	0,896	0,839	0,727	0,895

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
548	0,887	0,747	0,927	0,886	0,782	0,907	0,782	0,704	0,897	0,840	0,728	0,896
549	0,887	0,747	0,928	0,887	0,783	0,908	0,783	0,705	0,897	0,841	0,729	0,897
550	0,888	0,748	0,929	0,888	0,784	0,909	0,784	0,705	0,898	0,841	0,729	0,897
551	0,889	0,748	0,930	0,889	0,785	0,910	0,785	0,706	0,899	0,842	0,730	0,898
552	0,890	0,749	0,930	0,890	0,785	0,912	0,786	0,707	0,899	0,843	0,731	0,899
553	0,891	0,749	0,931	0,891	0,786	0,913	0,787	0,708	0,900	0,844	0,732	0,900
554	0,892	0,750	0,932	0,892	0,787	0,914	0,788	0,708	0,900	0,845	0,733	0,901
555	0,892	0,750	0,933	0,893	0,788	0,915	0,788	0,709	0,901	0,846	0,734	0,902
556	0,893	0,750	0,934	0,894	0,788	0,917	0,789	0,710	0,901	0,847	0,734	0,903
557	0,894	0,751	0,934	0,895	0,789	0,918	0,790	0,711	0,902	0,848	0,735	0,903
558	0,895	0,751	0,935	0,896	0,790	0,919	0,791	0,712	0,902	0,849	0,736	0,904
559	0,896	0,752	0,936	0,897	0,791	0,920	0,792	0,712	0,903	0,850	0,737	0,905
560	0,896	0,752	0,937	0,898	0,791	0,921	0,793	0,713	0,903	0,850	0,738	0,906
561	0,897	0,753	0,938	0,899	0,792	0,923	0,794	0,714	0,904	0,851	0,739	0,907
562	0,898	0,753	0,938	0,900	0,793	0,924	0,794	0,715	0,905	0,852	0,740	0,908
563	0,899	0,753	0,939	0,901	0,794	0,925	0,795	0,715	0,905	0,853	0,740	0,908
564	0,899	0,754	0,940	0,901	0,794	0,926	0,796	0,716	0,906	0,854	0,741	0,909
565	0,900	0,755	0,940	0,902	0,795	0,926	0,796	0,717	0,907	0,854	0,741	0,910
566	0,900	0,756	0,941	0,902	0,795	0,927	0,797	0,717	0,907	0,855	0,742	0,911
567	0,900	0,756	0,941	0,903	0,795	0,927	0,797	0,718	0,908	0,855	0,742	0,911
568	0,901	0,757	0,942	0,903	0,796	0,928	0,798	0,719	0,909	0,855	0,743	0,912
569	0,901	0,758	0,942	0,904	0,796	0,928	0,798	0,719	0,910	0,856	0,743	0,913
570	0,901	0,759	0,943	0,904	0,797	0,929	0,799	0,720	0,911	0,856	0,744	0,914
571	0,902	0,759	0,943	0,905	0,797	0,929	0,799	0,721	0,911	0,857	0,744	0,914
572	0,902	0,760	0,944	0,905	0,797	0,930	0,800	0,721	0,912	0,857	0,744	0,915
573	0,902	0,761	0,944	0,906	0,798	0,930	0,800	0,722	0,913	0,857	0,745	0,916
574	0,903	0,762	0,945	0,906	0,798	0,931	0,801	0,723	0,914	0,858	0,745	0,917
575	0,903	0,762	0,945	0,907	0,799	0,931	0,801	0,723	0,915	0,858	0,746	0,917
576	0,903	0,763	0,946	0,907	0,799	0,932	0,802	0,724	0,916	0,859	0,746	0,918
577	0,904	0,764	0,946	0,908	0,800	0,932	0,802	0,725	0,916	0,859	0,747	0,919
578	0,904	0,765	0,947	0,908	0,800	0,933	0,802	0,725	0,917	0,859	0,747	0,919
579	0,904	0,766	0,947	0,909	0,800	0,933	0,803	0,726	0,918	0,860	0,747	0,920
580	0,905	0,766	0,948	0,909	0,801	0,934	0,803	0,726	0,919	0,860	0,748	0,921
581	0,905	0,767	0,948	0,910	0,801	0,934	0,804	0,727	0,920	0,861	0,748	0,922
582	0,905	0,768	0,949	0,910	0,802	0,935	0,804	0,728	0,920	0,861	0,749	0,922
583	0,906	0,769	0,949	0,911	0,802	0,935	0,805	0,728	0,921	0,861	0,749	0,923
584	0,906	0,769	0,950	0,911	0,802	0,936	0,805	0,729	0,922	0,862	0,750	0,924
585	0,906	0,770	0,950	0,912	0,803	0,936	0,806	0,730	0,923	0,862	0,750	0,925
586	0,907	0,771	0,951	0,912	0,803	0,937	0,806	0,730	0,924	0,863	0,750	0,925
587	0,907	0,772	0,951	0,912	0,804	0,937	0,807	0,731	0,925	0,863	0,751	0,926
588	0,907	0,772	0,952	0,913	0,804	0,938	0,807	0,732	0,925	0,863	0,751	0,927
589	0,907	0,773	0,952	0,913	0,804	0,938	0,808	0,732	0,926	0,864	0,752	0,927
590	0,908	0,774	0,953	0,914	0,805	0,939	0,808	0,733	0,927	0,864	0,752	0,928
591	0,908	0,775	0,953	0,914	0,805	0,939	0,809	0,734	0,928	0,865	0,753	0,929

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
592	0,908	0,776	0,954	0,915	0,806	0,940	0,809	0,734	0,929	0,865	0,753	0,930
593	0,909	0,776	0,954	0,915	0,806	0,940	0,809	0,735	0,929	0,865	0,754	0,930
594	0,909	0,777	0,955	0,916	0,807	0,941	0,810	0,735	0,930	0,866	0,754	0,931
595	0,909	0,778	0,955	0,916	0,807	0,941	0,810	0,736	0,931	0,866	0,754	0,932
596	0,910	0,779	0,956	0,917	0,807	0,942	0,811	0,737	0,932	0,867	0,755	0,933
597	0,910	0,779	0,956	0,917	0,808	0,942	0,811	0,737	0,933	0,867	0,755	0,933
598	0,910	0,780	0,957	0,918	0,808	0,943	0,812	0,738	0,934	0,868	0,756	0,934
599	0,911	0,781	0,957	0,918	0,809	0,943	0,812	0,739	0,934	0,868	0,756	0,935
600	0,911	0,782	0,958	0,919	0,809	0,944	0,813	0,739	0,935	0,868	0,757	0,935
601	0,911	0,782	0,958	0,919	0,809	0,944	0,813	0,740	0,936	0,869	0,757	0,936
602	0,912	0,783	0,959	0,920	0,810	0,945	0,814	0,741	0,937	0,869	0,757	0,937
603	0,912	0,784	0,959	0,920	0,810	0,945	0,814	0,741	0,938	0,870	0,758	0,938
604	0,912	0,785	0,960	0,921	0,811	0,946	0,815	0,742	0,938	0,870	0,758	0,938
605	0,913	0,786	0,960	0,921	0,811	0,946	0,815	0,743	0,939	0,870	0,759	0,939
606	0,913	0,786	0,961	0,922	0,811	0,947	0,816	0,743	0,940	0,871	0,759	0,940
607	0,913	0,787	0,961	0,922	0,812	0,947	0,816	0,744	0,941	0,871	0,760	0,941
608	0,914	0,788	0,962	0,923	0,812	0,948	0,816	0,744	0,942	0,872	0,760	0,941
609	0,914	0,789	0,962	0,923	0,813	0,948	0,817	0,745	0,943	0,872	0,760	0,942
610	0,914	0,789	0,963	0,924	0,813	0,949	0,817	0,746	0,943	0,872	0,761	0,943
611	0,914	0,790	0,963	0,924	0,814	0,949	0,818	0,746	0,944	0,873	0,761	0,943
612	0,915	0,791	0,964	0,924	0,814	0,950	0,818	0,747	0,945	0,873	0,762	0,944
613	0,915	0,792	0,964	0,925	0,814	0,950	0,819	0,748	0,946	0,874	0,762	0,945
614	0,915	0,792	0,965	0,925	0,815	0,951	0,819	0,748	0,947	0,874	0,763	0,946
615	0,916	0,793	0,965	0,926	0,815	0,951	0,820	0,749	0,947	0,874	0,763	0,946
616	0,916	0,794	0,966	0,926	0,816	0,952	0,820	0,750	0,948	0,875	0,763	0,947
617	0,916	0,795	0,966	0,927	0,816	0,952	0,821	0,750	0,949	0,875	0,764	0,948
618	0,917	0,796	0,967	0,927	0,816	0,953	0,821	0,751	0,950	0,876	0,764	0,949
619	0,917	0,796	0,967	0,928	0,817	0,953	0,822	0,752	0,951	0,876	0,765	0,949
620	0,917	0,797	0,968	0,928	0,817	0,954	0,822	0,752	0,952	0,876	0,765	0,950
621	0,918	0,798	0,968	0,929	0,818	0,954	0,823	0,753	0,952	0,877	0,766	0,951
622	0,918	0,799	0,969	0,929	0,818	0,955	0,823	0,754	0,953	0,877	0,766	0,951
623	0,918	0,799	0,969	0,930	0,818	0,955	0,823	0,754	0,954	0,878	0,766	0,952
624	0,919	0,800	0,970	0,930	0,819	0,956	0,824	0,755	0,955	0,878	0,767	0,953
625	0,919	0,801	0,970	0,931	0,819	0,956	0,824	0,755	0,956	0,878	0,767	0,954
626	0,919	0,802	0,971	0,931	0,820	0,957	0,825	0,756	0,956	0,879	0,768	0,954
627	0,919	0,802	0,971	0,931	0,820	0,957	0,824	0,756	0,956	0,879	0,768	0,955
628	0,919	0,802	0,971	0,931	0,820	0,956	0,824	0,757	0,956	0,879	0,768	0,955
629	0,919	0,802	0,970	0,932	0,820	0,956	0,824	0,757	0,956	0,879	0,769	0,955
630	0,919	0,803	0,970	0,932	0,820	0,956	0,823	0,757	0,956	0,879	0,769	0,955
631	0,919	0,803	0,970	0,932	0,820	0,956	0,823	0,757	0,956	0,879	0,769	0,955
632	0,919	0,803	0,970	0,932	0,820	0,956	0,822	0,757	0,956	0,880	0,770	0,955
633	0,919	0,803	0,969	0,932	0,820	0,955	0,822	0,757	0,956	0,880	0,770	0,955
634	0,920	0,804	0,969	0,932	0,820	0,955	0,821	0,758	0,956	0,880	0,770	0,956
635	0,920	0,804	0,969	0,932	0,820	0,955	0,821	0,758	0,956	0,880	0,771	0,956

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
636	0,920	0,804	0,969	0,932	0,820	0,955	0,820	0,758	0,956	0,880	0,771	0,956
637	0,920	0,804	0,968	0,932	0,820	0,955	0,820	0,758	0,956	0,880	0,771	0,956
638	0,920	0,805	0,968	0,932	0,820	0,954	0,819	0,758	0,956	0,880	0,772	0,956
639	0,920	0,805	0,968	0,932	0,820	0,954	0,819	0,759	0,956	0,880	0,772	0,956
640	0,920	0,805	0,968	0,933	0,820	0,954	0,818	0,759	0,956	0,881	0,772	0,956
641	0,920	0,805	0,967	0,933	0,820	0,954	0,818	0,759	0,956	0,881	0,773	0,957
642	0,920	0,806	0,967	0,933	0,820	0,954	0,817	0,759	0,956	0,881	0,773	0,957
643	0,920	0,806	0,967	0,933	0,820	0,953	0,817	0,759	0,956	0,881	0,773	0,957
644	0,920	0,806	0,967	0,933	0,820	0,953	0,816	0,760	0,956	0,881	0,774	0,957
645	0,920	0,806	0,966	0,933	0,820	0,953	0,816	0,760	0,956	0,881	0,774	0,957
646	0,920	0,807	0,966	0,933	0,820	0,953	0,815	0,760	0,956	0,881	0,774	0,957
647	0,920	0,807	0,966	0,933	0,820	0,953	0,815	0,760	0,956	0,881	0,775	0,957
648	0,920	0,807	0,966	0,933	0,820	0,952	0,814	0,760	0,956	0,881	0,775	0,958
649	0,920	0,807	0,965	0,933	0,820	0,952	0,814	0,761	0,956	0,882	0,775	0,958
650	0,920	0,808	0,965	0,934	0,820	0,952	0,813	0,761	0,956	0,882	0,776	0,958
651	0,920	0,808	0,965	0,934	0,820	0,952	0,813	0,761	0,956	0,882	0,776	0,958
652	0,920	0,808	0,965	0,934	0,820	0,951	0,813	0,761	0,956	0,882	0,776	0,958
653	0,920	0,808	0,964	0,934	0,820	0,951	0,812	0,761	0,956	0,882	0,776	0,958
654	0,920	0,808	0,964	0,934	0,820	0,951	0,812	0,762	0,956	0,882	0,777	0,958
655	0,920	0,809	0,964	0,934	0,820	0,951	0,811	0,762	0,956	0,882	0,777	0,959
656	0,920	0,809	0,964	0,934	0,820	0,951	0,811	0,762	0,956	0,882	0,777	0,959
657	0,920	0,809	0,963	0,934	0,820	0,950	0,810	0,762	0,956	0,883	0,778	0,959
658	0,920	0,809	0,963	0,934	0,820	0,950	0,810	0,762	0,956	0,883	0,778	0,959
659	0,920	0,810	0,963	0,934	0,820	0,950	0,809	0,763	0,956	0,883	0,778	0,959
660	0,920	0,810	0,963	0,934	0,820	0,950	0,809	0,763	0,956	0,883	0,779	0,959
661	0,920	0,810	0,962	0,935	0,820	0,950	0,808	0,763	0,956	0,883	0,779	0,959
662	0,920	0,810	0,962	0,935	0,820	0,949	0,808	0,763	0,956	0,883	0,779	0,960
663	0,920	0,811	0,962	0,935	0,820	0,949	0,807	0,763	0,956	0,883	0,780	0,960
664	0,920	0,811	0,962	0,935	0,820	0,949	0,807	0,764	0,956	0,883	0,780	0,960
665	0,920	0,811	0,961	0,935	0,820	0,949	0,806	0,764	0,956	0,883	0,780	0,960
666	0,920	0,811	0,961	0,935	0,820	0,949	0,806	0,764	0,956	0,884	0,781	0,960
667	0,920	0,812	0,961	0,935	0,820	0,948	0,805	0,764	0,956	0,884	0,781	0,960
668	0,920	0,812	0,961	0,935	0,820	0,948	0,805	0,764	0,956	0,884	0,781	0,960
669	0,921	0,812	0,960	0,935	0,820	0,948	0,804	0,764	0,956	0,884	0,782	0,961
670	0,921	0,812	0,960	0,935	0,820	0,948	0,804	0,765	0,956	0,884	0,782	0,961
671	0,921	0,813	0,960	0,936	0,820	0,948	0,803	0,765	0,956	0,884	0,782	0,961
672	0,921	0,813	0,960	0,936	0,820	0,947	0,803	0,765	0,956	0,884	0,783	0,961
673	0,921	0,813	0,959	0,936	0,820	0,947	0,802	0,765	0,956	0,884	0,783	0,961
674	0,921	0,813	0,959	0,936	0,820	0,947	0,802	0,765	0,956	0,885	0,783	0,961
675	0,921	0,814	0,959	0,936	0,820	0,947	0,802	0,766	0,956	0,885	0,784	0,961
676	0,921	0,814	0,959	0,936	0,820	0,947	0,801	0,766	0,956	0,885	0,784	0,962
677	0,921	0,814	0,958	0,936	0,820	0,946	0,801	0,766	0,956	0,885	0,784	0,962
678	0,921	0,814	0,958	0,936	0,820	0,946	0,800	0,766	0,956	0,885	0,785	0,962
679	0,921	0,815	0,958	0,936	0,820	0,946	0,800	0,766	0,956	0,885	0,785	0,962

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
680	0,921	0,815	0,958	0,936	0,820	0,946	0,799	0,767	0,956	0,885	0,785	0,962
681	0,921	0,815	0,957	0,936	0,820	0,946	0,799	0,767	0,956	0,885	0,786	0,962
682	0,921	0,815	0,957	0,937	0,820	0,945	0,798	0,767	0,956	0,885	0,786	0,962
683	0,921	0,815	0,957	0,937	0,820	0,945	0,798	0,767	0,956	0,886	0,786	0,963
684	0,921	0,816	0,957	0,937	0,820	0,945	0,797	0,767	0,956	0,886	0,786	0,963
685	0,921	0,816	0,956	0,937	0,820	0,945	0,797	0,768	0,956	0,886	0,787	0,963
686	0,921	0,816	0,956	0,937	0,820	0,945	0,796	0,768	0,956	0,886	0,787	0,963
687	0,921	0,816	0,956	0,937	0,820	0,944	0,796	0,768	0,956	0,886	0,787	0,963
688	0,921	0,817	0,955	0,937	0,820	0,944	0,795	0,768	0,956	0,886	0,788	0,963
689	0,921	0,817	0,955	0,937	0,820	0,944	0,795	0,768	0,955	0,886	0,788	0,963
690	0,921	0,817	0,954	0,937	0,819	0,943	0,795	0,768	0,954	0,886	0,788	0,962
691	0,920	0,817	0,953	0,936	0,818	0,942	0,794	0,768	0,953	0,886	0,788	0,961
692	0,920	0,816	0,953	0,936	0,818	0,941	0,794	0,767	0,952	0,885	0,788	0,960
693	0,919	0,816	0,952	0,936	0,817	0,940	0,794	0,767	0,951	0,885	0,788	0,960
694	0,919	0,816	0,951	0,935	0,817	0,939	0,793	0,767	0,950	0,885	0,787	0,959
695	0,918	0,816	0,950	0,935	0,816	0,938	0,793	0,767	0,949	0,885	0,787	0,958
696	0,918	0,816	0,949	0,935	0,815	0,937	0,793	0,766	0,948	0,884	0,787	0,957
697	0,917	0,816	0,949	0,934	0,815	0,936	0,793	0,766	0,947	0,884	0,787	0,956
698	0,917	0,816	0,948	0,934	0,814	0,936	0,792	0,766	0,946	0,884	0,787	0,955
699	0,917	0,816	0,947	0,934	0,813	0,935	0,792	0,766	0,945	0,884	0,787	0,954
700	0,916	0,815	0,946	0,933	0,813	0,934	0,792	0,765	0,944	0,883	0,787	0,953
701	0,916	0,815	0,945	0,933	0,812	0,933	0,791	0,765	0,943	0,883	0,787	0,952
702	0,915	0,815	0,945	0,933	0,811	0,932	0,791	0,765	0,942	0,883	0,787	0,952
703	0,915	0,815	0,944	0,932	0,811	0,931	0,791	0,764	0,941	0,883	0,787	0,951
704	0,914	0,815	0,943	0,932	0,810	0,930	0,791	0,764	0,940	0,882	0,786	0,950
705	0,914	0,815	0,942	0,932	0,810	0,929	0,790	0,764	0,939	0,882	0,786	0,949
706	0,914	0,815	0,941	0,931	0,809	0,928	0,790	0,764	0,938	0,882	0,786	0,948
707	0,913	0,815	0,941	0,931	0,808	0,927	0,790	0,763	0,937	0,882	0,786	0,947
708	0,913	0,814	0,940	0,931	0,808	0,927	0,789	0,763	0,936	0,881	0,786	0,946
709	0,912	0,814	0,939	0,930	0,807	0,926	0,789	0,763	0,935	0,881	0,786	0,945
710	0,912	0,814	0,938	0,930	0,806	0,925	0,789	0,763	0,933	0,881	0,786	0,944
711	0,911	0,814	0,937	0,930	0,806	0,924	0,789	0,762	0,932	0,880	0,786	0,944
712	0,911	0,814	0,937	0,929	0,805	0,923	0,788	0,762	0,931	0,880	0,786	0,943
713	0,911	0,814	0,936	0,929	0,804	0,922	0,788	0,762	0,930	0,880	0,785	0,942
714	0,910	0,814	0,935	0,929	0,804	0,921	0,788	0,761	0,929	0,880	0,785	0,941
715	0,910	0,814	0,934	0,928	0,803	0,920	0,787	0,761	0,928	0,879	0,785	0,940
716	0,909	0,813	0,933	0,928	0,803	0,919	0,787	0,761	0,927	0,879	0,785	0,939
717	0,909	0,813	0,932	0,928	0,802	0,918	0,787	0,761	0,926	0,879	0,785	0,938
718	0,908	0,813	0,932	0,927	0,801	0,918	0,786	0,760	0,925	0,879	0,785	0,937
719	0,908	0,813	0,931	0,927	0,801	0,917	0,786	0,760	0,924	0,878	0,785	0,937
720	0,908	0,813	0,930	0,927	0,800	0,916	0,786	0,760	0,923	0,878	0,785	0,936
721	0,907	0,813	0,929	0,926	0,799	0,915	0,786	0,760	0,922	0,878	0,785	0,935
722	0,907	0,813	0,928	0,926	0,799	0,914	0,785	0,759	0,921	0,878	0,785	0,934
723	0,906	0,813	0,928	0,926	0,798	0,913	0,785	0,759	0,920	0,877	0,784	0,933

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
724	0,906	0,812	0,927	0,925	0,797	0,912	0,785	0,759	0,919	0,877	0,784	0,932
725	0,905	0,812	0,926	0,925	0,797	0,911	0,784	0,758	0,918	0,877	0,784	0,931
726	0,905	0,812	0,925	0,925	0,796	0,910	0,784	0,758	0,917	0,877	0,784	0,930
727	0,904	0,812	0,924	0,924	0,796	0,909	0,784	0,758	0,916	0,876	0,784	0,929
728	0,904	0,812	0,924	0,924	0,795	0,908	0,784	0,758	0,915	0,876	0,784	0,929
729	0,904	0,812	0,923	0,924	0,794	0,908	0,783	0,757	0,914	0,876	0,784	0,928
730	0,903	0,812	0,922	0,923	0,794	0,907	0,783	0,757	0,913	0,876	0,784	0,927
731	0,903	0,812	0,921	0,923	0,793	0,906	0,783	0,757	0,912	0,875	0,784	0,926
732	0,902	0,811	0,920	0,923	0,792	0,905	0,782	0,757	0,911	0,875	0,784	0,925
733	0,902	0,811	0,920	0,922	0,792	0,904	0,782	0,756	0,910	0,875	0,783	0,924
734	0,901	0,811	0,919	0,922	0,791	0,903	0,782	0,756	0,909	0,875	0,783	0,923
735	0,901	0,811	0,918	0,922	0,790	0,902	0,782	0,756	0,908	0,874	0,783	0,922
736	0,901	0,811	0,917	0,921	0,790	0,901	0,781	0,755	0,906	0,874	0,783	0,921
737	0,900	0,811	0,916	0,921	0,789	0,900	0,781	0,755	0,905	0,874	0,783	0,921
738	0,900	0,811	0,916	0,921	0,789	0,899	0,781	0,755	0,904	0,873	0,783	0,920
739	0,899	0,811	0,915	0,920	0,788	0,899	0,780	0,755	0,903	0,873	0,783	0,919
740	0,899	0,810	0,914	0,920	0,787	0,898	0,780	0,754	0,902	0,873	0,783	0,918
741	0,898	0,810	0,913	0,920	0,787	0,897	0,780	0,754	0,901	0,873	0,783	0,917
742	0,898	0,810	0,912	0,919	0,786	0,896	0,780	0,754	0,900	0,872	0,783	0,916
743	0,898	0,810	0,911	0,919	0,785	0,895	0,779	0,754	0,899	0,872	0,782	0,915
744	0,897	0,810	0,911	0,919	0,785	0,894	0,779	0,753	0,898	0,872	0,782	0,914
745	0,897	0,810	0,910	0,918	0,784	0,893	0,779	0,753	0,897	0,872	0,782	0,914
746	0,896	0,810	0,909	0,918	0,783	0,892	0,778	0,753	0,896	0,871	0,782	0,913
747	0,896	0,810	0,908	0,918	0,783	0,891	0,778	0,752	0,895	0,871	0,782	0,912
748	0,895	0,809	0,907	0,917	0,782	0,890	0,778	0,752	0,894	0,871	0,782	0,911
749	0,895	0,809	0,907	0,917	0,782	0,890	0,778	0,752	0,893	0,871	0,782	0,910
750	0,895	0,809	0,906	0,917	0,781	0,889	0,777	0,752	0,892	0,870	0,782	0,909
751	0,894	0,809	0,905	0,916	0,780	0,888	0,777	0,751	0,891	0,870	0,782	0,908
752	0,894	0,809	0,905	0,916	0,780	0,888	0,777	0,751	0,891	0,870	0,781	0,909
753	0,894	0,809	0,906	0,916	0,780	0,889	0,777	0,751	0,892	0,869	0,781	0,909
754	0,893	0,809	0,907	0,916	0,780	0,890	0,777	0,750	0,893	0,869	0,781	0,910
755	0,893	0,808	0,908	0,916	0,780	0,891	0,777	0,750	0,894	0,868	0,781	0,911
756	0,893	0,808	0,909	0,915	0,780	0,892	0,777	0,750	0,895	0,868	0,780	0,912
757	0,893	0,808	0,910	0,915	0,780	0,894	0,778	0,750	0,896	0,868	0,780	0,913
758	0,892	0,808	0,911	0,915	0,780	0,895	0,778	0,749	0,898	0,867	0,780	0,914
759	0,892	0,808	0,912	0,915	0,780	0,896	0,778	0,749	0,899	0,867	0,780	0,914
760	0,892	0,808	0,913	0,915	0,780	0,897	0,778	0,749	0,900	0,866	0,779	0,915
761	0,892	0,808	0,913	0,915	0,780	0,898	0,778	0,749	0,901	0,866	0,779	0,916
762	0,891	0,807	0,914	0,914	0,780	0,899	0,778	0,748	0,902	0,866	0,779	0,917
763	0,891	0,807	0,915	0,914	0,780	0,900	0,778	0,748	0,903	0,865	0,779	0,918
764	0,891	0,807	0,916	0,914	0,780	0,901	0,778	0,748	0,904	0,865	0,778	0,919
765	0,891	0,807	0,917	0,914	0,780	0,902	0,778	0,747	0,905	0,864	0,778	0,920
766	0,890	0,807	0,918	0,914	0,780	0,903	0,779	0,747	0,906	0,864	0,778	0,920
767	0,890	0,807	0,919	0,914	0,780	0,904	0,779	0,747	0,907	0,863	0,778	0,921

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
768	0,890	0,806	0,920	0,913	0,780	0,905	0,779	0,747	0,908	0,863	0,777	0,922
769	0,890	0,806	0,921	0,913	0,780	0,906	0,779	0,746	0,909	0,863	0,777	0,923
770	0,889	0,806	0,921	0,913	0,780	0,907	0,779	0,746	0,910	0,862	0,777	0,924
771	0,889	0,806	0,922	0,913	0,780	0,908	0,779	0,746	0,911	0,862	0,777	0,925
772	0,889	0,806	0,923	0,913	0,780	0,909	0,779	0,745	0,912	0,861	0,776	0,925
773	0,889	0,806	0,924	0,913	0,780	0,910	0,779	0,745	0,913	0,861	0,776	0,926
774	0,888	0,805	0,925	0,912	0,780	0,912	0,780	0,745	0,914	0,860	0,776	0,927
775	0,888	0,805	0,926	0,912	0,780	0,913	0,780	0,745	0,915	0,860	0,776	0,928
776	0,888	0,805	0,927	0,912	0,781	0,914	0,780	0,744	0,916	0,860	0,775	0,929
777	0,888	0,805	0,928	0,912	0,781	0,915	0,780	0,744	0,917	0,859	0,775	0,930
778	0,888	0,805	0,929	0,912	0,781	0,916	0,780	0,744	0,918	0,859	0,775	0,931
779	0,887	0,805	0,929	0,912	0,781	0,917	0,780	0,743	0,919	0,858	0,775	0,931
780	0,887	0,804	0,930	0,911	0,781	0,918	0,780	0,743	0,920	0,858	0,774	0,932
781	0,887	0,804	0,931	0,911	0,781	0,919	0,780	0,743	0,921	0,857	0,774	0,933
782	0,887	0,804	0,932	0,911	0,781	0,920	0,780	0,743	0,922	0,857	0,774	0,934
783	0,886	0,804	0,933	0,911	0,781	0,921	0,781	0,742	0,923	0,857	0,774	0,935
784	0,886	0,804	0,934	0,911	0,781	0,922	0,781	0,742	0,924	0,856	0,773	0,936
785	0,886	0,804	0,935	0,911	0,781	0,923	0,781	0,742	0,925	0,856	0,773	0,936
786	0,886	0,803	0,936	0,910	0,781	0,924	0,781	0,741	0,926	0,855	0,773	0,937
787	0,885	0,803	0,937	0,910	0,781	0,925	0,781	0,741	0,927	0,855	0,773	0,938
788	0,885	0,803	0,937	0,910	0,781	0,926	0,781	0,741	0,929	0,855	0,772	0,939
789	0,885	0,803	0,938	0,910	0,781	0,927	0,781	0,741	0,930	0,854	0,772	0,940
790	0,885	0,803	0,939	0,910	0,781	0,929	0,781	0,740	0,931	0,854	0,772	0,941
791	0,884	0,803	0,940	0,910	0,781	0,930	0,782	0,740	0,932	0,853	0,772	0,941
792	0,884	0,802	0,941	0,909	0,781	0,931	0,782	0,740	0,933	0,853	0,771	0,942
793	0,884	0,802	0,942	0,909	0,781	0,932	0,782	0,739	0,934	0,852	0,771	0,943
794	0,884	0,802	0,943	0,909	0,781	0,933	0,782	0,739	0,935	0,852	0,771	0,944
795	0,883	0,802	0,944	0,909	0,781	0,934	0,782	0,739	0,936	0,852	0,771	0,945
796	0,883	0,802	0,945	0,909	0,781	0,935	0,782	0,739	0,937	0,851	0,770	0,946
797	0,883	0,802	0,945	0,909	0,781	0,936	0,782	0,738	0,938	0,851	0,770	0,947
798	0,883	0,802	0,946	0,908	0,781	0,937	0,782	0,738	0,939	0,850	0,770	0,947
799	0,882	0,801	0,947	0,908	0,781	0,938	0,782	0,738	0,940	0,850	0,770	0,948
800	0,882	0,801	0,948	0,908	0,781	0,939	0,783	0,737	0,941	0,849	0,769	0,949
801	0,882	0,801	0,949	0,908	0,781	0,940	0,783	0,737	0,942	0,849	0,769	0,950
802	0,882	0,801	0,950	0,908	0,781	0,941	0,783	0,737	0,943	0,849	0,769	0,951
803	0,882	0,801	0,951	0,907	0,781	0,942	0,783	0,737	0,944	0,848	0,769	0,952
804	0,881	0,801	0,952	0,907	0,781	0,943	0,783	0,736	0,945	0,848	0,768	0,952
805	0,881	0,800	0,953	0,907	0,781	0,944	0,783	0,736	0,946	0,847	0,768	0,953
806	0,881	0,800	0,953	0,907	0,781	0,946	0,783	0,736	0,947	0,847	0,768	0,954
807	0,881	0,800	0,954	0,907	0,781	0,947	0,783	0,735	0,948	0,846	0,768	0,955
808	0,880	0,800	0,955	0,907	0,781	0,948	0,783	0,735	0,949	0,846	0,767	0,956
809	0,880	0,800	0,956	0,906	0,781	0,949	0,784	0,735	0,950	0,846	0,767	0,957
810	0,880	0,800	0,957	0,906	0,781	0,950	0,784	0,735	0,951	0,845	0,767	0,958
811	0,880	0,799	0,958	0,906	0,781	0,951	0,784	0,734	0,952	0,845	0,767	0,958

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
812	0,879	0,799	0,959	0,906	0,781	0,952	0,784	0,734	0,953	0,844	0,766	0,959
813	0,879	0,799	0,960	0,906	0,781	0,953	0,784	0,734	0,954	0,844	0,766	0,960
814	0,879	0,799	0,961	0,906	0,781	0,954	0,784	0,734	0,955	0,844	0,766	0,961
815	0,879	0,799	0,961	0,906	0,782	0,954	0,784	0,733	0,955	0,844	0,766	0,961
816	0,879	0,799	0,962	0,906	0,782	0,955	0,784	0,733	0,956	0,844	0,766	0,962
817	0,879	0,799	0,962	0,906	0,782	0,956	0,784	0,733	0,956	0,845	0,766	0,962
818	0,878	0,799	0,963	0,907	0,783	0,956	0,784	0,733	0,956	0,845	0,766	0,962
819	0,878	0,799	0,964	0,907	0,783	0,957	0,783	0,733	0,956	0,846	0,766	0,963
820	0,878	0,799	0,964	0,907	0,783	0,957	0,783	0,733	0,956	0,846	0,766	0,963
821	0,878	0,799	0,965	0,907	0,784	0,958	0,783	0,733	0,956	0,846	0,766	0,963
822	0,878	0,799	0,966	0,908	0,784	0,958	0,783	0,733	0,957	0,847	0,766	0,964
823	0,878	0,799	0,966	0,908	0,785	0,959	0,783	0,733	0,957	0,847	0,766	0,964
824	0,878	0,799	0,967	0,908	0,785	0,959	0,783	0,733	0,957	0,848	0,766	0,964
825	0,878	0,799	0,967	0,909	0,785	0,960	0,783	0,733	0,957	0,848	0,766	0,965
826	0,878	0,799	0,968	0,909	0,786	0,960	0,782	0,733	0,957	0,848	0,766	0,965
827	0,878	0,798	0,969	0,909	0,786	0,961	0,782	0,733	0,957	0,849	0,766	0,965
828	0,878	0,798	0,969	0,909	0,786	0,961	0,782	0,733	0,958	0,849	0,766	0,966
829	0,877	0,798	0,970	0,910	0,787	0,962	0,782	0,732	0,958	0,850	0,766	0,966
830	0,877	0,798	0,971	0,910	0,787	0,963	0,782	0,732	0,958	0,850	0,766	0,966
831	0,877	0,798	0,971	0,910	0,787	0,963	0,782	0,732	0,958	0,850	0,766	0,967
832	0,877	0,798	0,972	0,910	0,788	0,964	0,782	0,732	0,958	0,851	0,766	0,967
833	0,877	0,798	0,973	0,911	0,788	0,964	0,781	0,732	0,958	0,851	0,766	0,968
834	0,877	0,798	0,973	0,911	0,789	0,965	0,781	0,732	0,959	0,852	0,766	0,968
835	0,877	0,798	0,974	0,911	0,789	0,965	0,781	0,732	0,959	0,852	0,766	0,968
836	0,877	0,798	0,974	0,911	0,789	0,966	0,781	0,732	0,959	0,852	0,766	0,969
837	0,877	0,798	0,975	0,912	0,790	0,966	0,781	0,732	0,959	0,853	0,766	0,969
838	0,877	0,798	0,976	0,912	0,790	0,967	0,781	0,732	0,959	0,853	0,766	0,969
839	0,877	0,798	0,976	0,912	0,790	0,967	0,781	0,732	0,959	0,854	0,766	0,970
840	0,876	0,798	0,977	0,912	0,791	0,968	0,780	0,732	0,960	0,854	0,766	0,970
841	0,876	0,798	0,978	0,913	0,791	0,968	0,780	0,732	0,960	0,854	0,766	0,970
842	0,876	0,798	0,978	0,913	0,791	0,969	0,780	0,732	0,960	0,855	0,766	0,971
843	0,876	0,798	0,979	0,913	0,792	0,969	0,780	0,731	0,960	0,855	0,766	0,971
844	0,876	0,798	0,979	0,913	0,792	0,970	0,780	0,731	0,960	0,856	0,766	0,971
845	0,876	0,798	0,980	0,914	0,793	0,971	0,780	0,731	0,960	0,856	0,766	0,972
846	0,876	0,798	0,981	0,914	0,793	0,971	0,780	0,731	0,961	0,856	0,766	0,972
847	0,876	0,798	0,981	0,914	0,793	0,972	0,780	0,731	0,961	0,857	0,766	0,972
848	0,876	0,798	0,982	0,914	0,794	0,972	0,779	0,731	0,961	0,857	0,766	0,973
849	0,876	0,798	0,983	0,915	0,794	0,973	0,779	0,731	0,961	0,858	0,766	0,973
850	0,875	0,798	0,983	0,915	0,794	0,973	0,779	0,731	0,961	0,858	0,766	0,974
851	0,875	0,798	0,984	0,915	0,795	0,974	0,779	0,731	0,961	0,858	0,766	0,974
852	0,875	0,798	0,985	0,916	0,795	0,974	0,779	0,731	0,962	0,859	0,766	0,974
853	0,875	0,798	0,985	0,916	0,795	0,975	0,779	0,731	0,962	0,859	0,766	0,975
854	0,875	0,798	0,986	0,916	0,796	0,975	0,779	0,731	0,962	0,859	0,766	0,975
855	0,875	0,798	0,986	0,916	0,796	0,976	0,778	0,731	0,962	0,860	0,766	0,975

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
856	0,875	0,797	0,987	0,917	0,797	0,976	0,778	0,731	0,962	0,860	0,766	0,976
857	0,875	0,797	0,988	0,917	0,797	0,977	0,778	0,730	0,962	0,861	0,766	0,976
858	0,875	0,797	0,988	0,917	0,797	0,978	0,778	0,730	0,962	0,861	0,766	0,976
859	0,875	0,797	0,989	0,917	0,798	0,978	0,778	0,730	0,963	0,861	0,766	0,977
860	0,875	0,797	0,990	0,918	0,798	0,979	0,778	0,730	0,963	0,862	0,766	0,977
861	0,874	0,797	0,990	0,918	0,798	0,979	0,778	0,730	0,963	0,862	0,766	0,977
862	0,874	0,797	0,991	0,918	0,799	0,980	0,777	0,730	0,963	0,863	0,766	0,978
863	0,874	0,797	0,992	0,918	0,799	0,980	0,777	0,730	0,963	0,863	0,766	0,978
864	0,874	0,797	0,992	0,919	0,799	0,981	0,777	0,730	0,963	0,863	0,766	0,978
865	0,874	0,797	0,993	0,919	0,800	0,981	0,777	0,730	0,964	0,864	0,766	0,979
866	0,874	0,797	0,993	0,919	0,800	0,982	0,777	0,730	0,964	0,864	0,766	0,979
867	0,874	0,797	0,994	0,919	0,801	0,982	0,777	0,730	0,964	0,865	0,766	0,980
868	0,874	0,797	0,995	0,920	0,801	0,983	0,777	0,730	0,964	0,865	0,766	0,980
869	0,874	0,797	0,995	0,920	0,801	0,983	0,776	0,730	0,964	0,865	0,766	0,980
870	0,874	0,797	0,996	0,920	0,802	0,984	0,776	0,730	0,964	0,866	0,766	0,981
871	0,874	0,797	0,997	0,920	0,802	0,984	0,776	0,729	0,965	0,866	0,766	0,981
872	0,873	0,797	0,997	0,921	0,802	0,985	0,776	0,729	0,965	0,867	0,766	0,981
873	0,873	0,797	0,998	0,921	0,803	0,986	0,776	0,729	0,965	0,867	0,766	0,982
874	0,873	0,797	0,998	0,921	0,803	0,986	0,776	0,729	0,965	0,867	0,766	0,982
875	0,873	0,797	0,999	0,921	0,804	0,987	0,776	0,729	0,965	0,868	0,766	0,982
876	0,873	0,797	1,000	0,922	0,804	0,987	0,775	0,729	0,965	0,868	0,766	0,983
877	0,873	0,797	1,000	0,922	0,804	0,988	0,775	0,729	0,966	0,868	0,766	0,983
878	0,873	0,797	1,000	0,922	0,804	0,988	0,776	0,729	0,965	0,868	0,767	0,983
879	0,873	0,797	1,000	0,922	0,804	0,988	0,776	0,729	0,965	0,868	0,767	0,983
880	0,873	0,798	0,999	0,922	0,804	0,988	0,776	0,729	0,965	0,868	0,767	0,984
881	0,873	0,798	0,999	0,922	0,805	0,988	0,776	0,729	0,965	0,868	0,767	0,984
882	0,873	0,798	0,999	0,922	0,805	0,989	0,776	0,729	0,965	0,868	0,767	0,984
883	0,872	0,798	0,999	0,922	0,805	0,989	0,776	0,729	0,965	0,868	0,767	0,984
884	0,872	0,798	0,999	0,922	0,805	0,989	0,777	0,729	0,965	0,868	0,767	0,984
885	0,872	0,799	0,999	0,922	0,805	0,989	0,777	0,729	0,965	0,868	0,767	0,984
886	0,872	0,799	0,998	0,922	0,805	0,989	0,777	0,730	0,965	0,868	0,767	0,985
887	0,872	0,799	0,998	0,922	0,805	0,990	0,777	0,730	0,965	0,868	0,767	0,985
888	0,872	0,799	0,998	0,921	0,805	0,990	0,777	0,730	0,965	0,868	0,768	0,985
889	0,872	0,800	0,998	0,921	0,805	0,990	0,778	0,730	0,965	0,868	0,768	0,985
890	0,872	0,800	0,998	0,921	0,805	0,990	0,778	0,730	0,965	0,868	0,768	0,985
891	0,872	0,800	0,998	0,921	0,806	0,990	0,778	0,730	0,965	0,868	0,768	0,985
892	0,872	0,800	0,997	0,921	0,806	0,991	0,778	0,730	0,965	0,868	0,768	0,986
893	0,872	0,800	0,997	0,921	0,806	0,991	0,778	0,730	0,965	0,868	0,768	0,986
894	0,872	0,801	0,997	0,921	0,806	0,991	0,778	0,730	0,965	0,868	0,768	0,986
895	0,872	0,801	0,997	0,921	0,806	0,991	0,779	0,730	0,965	0,868	0,768	0,986
896	0,871	0,801	0,997	0,921	0,806	0,991	0,779	0,730	0,965	0,868	0,768	0,986
897	0,871	0,801	0,997	0,921	0,806	0,992	0,779	0,730	0,965	0,868	0,768	0,987
898	0,871	0,802	0,996	0,921	0,806	0,992	0,779	0,730	0,965	0,868	0,768	0,987
899	0,871	0,802	0,996	0,921	0,806	0,992	0,779	0,730	0,965	0,868	0,769	0,987

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
988	0,879	0,820	0,989	0,919	0,819	0,991	0,785	0,744	0,973	0,871	0,780	0,999
989	0,879	0,820	0,989	0,919	0,819	0,991	0,785	0,744	0,974	0,871	0,780	0,999
990	0,879	0,820	0,989	0,919	0,819	0,991	0,785	0,745	0,974	0,872	0,780	0,999
991	0,879	0,821	0,989	0,919	0,819	0,991	0,785	0,745	0,974	0,872	0,780	0,999
992	0,880	0,821	0,989	0,919	0,819	0,991	0,785	0,745	0,974	0,872	0,780	0,999
993	0,880	0,821	0,989	0,919	0,819	0,990	0,785	0,745	0,974	0,872	0,780	0,999
994	0,880	0,821	0,989	0,919	0,820	0,990	0,784	0,746	0,974	0,872	0,781	0,999
995	0,880	0,821	0,989	0,919	0,820	0,990	0,784	0,746	0,975	0,872	0,781	0,999
996	0,880	0,821	0,989	0,919	0,820	0,990	0,784	0,746	0,975	0,872	0,781	1,000
997	0,881	0,822	0,989	0,919	0,820	0,990	0,784	0,746	0,975	0,872	0,781	1,000
998	0,881	0,822	0,989	0,919	0,820	0,990	0,784	0,746	0,975	0,872	0,781	1,000
999	0,881	0,822	0,989	0,919	0,820	0,989	0,784	0,747	0,975	0,872	0,781	1,000
1000	0,881	0,822	0,989	0,919	0,821	0,989	0,784	0,747	0,975	0,872	0,781	1,000
1001	0,881	0,822	0,989	0,919	0,821	0,989	0,784	0,747	0,976	0,872	0,782	1,000
1002	0,882	0,823	0,989	0,919	0,821	0,989	0,784	0,748	0,976	0,873	0,782	1,000
1003	0,882	0,823	0,988	0,919	0,821	0,988	0,785	0,749	0,975	0,873	0,783	0,999
1004	0,882	0,823	0,987	0,919	0,822	0,987	0,785	0,751	0,975	0,873	0,784	0,999
1005	0,882	0,823	0,986	0,919	0,822	0,986	0,786	0,752	0,975	0,874	0,785	0,998
1006	0,882	0,823	0,985	0,919	0,822	0,985	0,786	0,754	0,974	0,874	0,786	0,998
1007	0,882	0,824	0,984	0,919	0,823	0,984	0,787	0,755	0,974	0,875	0,786	0,997
1008	0,883	0,824	0,983	0,919	0,823	0,983	0,788	0,756	0,974	0,875	0,787	0,997
1009	0,883	0,824	0,982	0,919	0,823	0,982	0,788	0,758	0,973	0,875	0,788	0,996
1010	0,883	0,824	0,982	0,919	0,824	0,981	0,789	0,759	0,973	0,876	0,789	0,996
1011	0,883	0,824	0,981	0,919	0,824	0,980	0,789	0,761	0,972	0,876	0,790	0,995
1012	0,883	0,825	0,980	0,919	0,824	0,979	0,790	0,762	0,972	0,876	0,791	0,994
1013	0,883	0,825	0,979	0,919	0,825	0,979	0,790	0,764	0,972	0,877	0,792	0,994
1014	0,884	0,825	0,978	0,918	0,825	0,978	0,791	0,765	0,971	0,877	0,793	0,993
1015	0,884	0,825	0,977	0,918	0,826	0,977	0,791	0,766	0,971	0,878	0,794	0,993
1016	0,884	0,825	0,976	0,918	0,826	0,976	0,792	0,768	0,971	0,878	0,795	0,992
1017	0,884	0,826	0,975	0,918	0,826	0,975	0,792	0,769	0,970	0,878	0,795	0,992
1018	0,884	0,826	0,974	0,918	0,827	0,974	0,793	0,771	0,970	0,879	0,796	0,991
1019	0,884	0,826	0,973	0,918	0,827	0,973	0,793	0,772	0,970	0,879	0,797	0,991
1020	0,884	0,826	0,972	0,918	0,827	0,972	0,794	0,774	0,969	0,879	0,798	0,990
1021	0,885	0,826	0,972	0,918	0,828	0,971	0,794	0,775	0,969	0,880	0,799	0,990
1022	0,885	0,827	0,971	0,918	0,828	0,970	0,795	0,777	0,969	0,880	0,800	0,989
1023	0,885	0,827	0,970	0,918	0,828	0,969	0,795	0,778	0,968	0,881	0,801	0,988
1024	0,885	0,827	0,969	0,918	0,829	0,968	0,796	0,779	0,968	0,881	0,802	0,988
1025	0,885	0,827	0,968	0,918	0,829	0,967	0,796	0,781	0,968	0,881	0,803	0,987
1026	0,885	0,827	0,967	0,918	0,829	0,967	0,797	0,782	0,967	0,882	0,804	0,987
1027	0,885	0,828	0,966	0,918	0,830	0,966	0,797	0,784	0,967	0,882	0,805	0,986
1028	0,886	0,828	0,965	0,918	0,830	0,965	0,798	0,785	0,967	0,883	0,805	0,986
1029	0,886	0,828	0,964	0,918	0,830	0,964	0,799	0,787	0,966	0,883	0,806	0,985
1030	0,886	0,828	0,963	0,918	0,831	0,963	0,799	0,788	0,966	0,883	0,807	0,985
1031	0,886	0,828	0,962	0,918	0,831	0,962	0,800	0,789	0,965	0,884	0,808	0,984

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1032	0,886	0,829	0,962	0,918	0,831	0,961	0,800	0,791	0,965	0,884	0,809	0,983
1033	0,886	0,829	0,961	0,918	0,832	0,960	0,801	0,792	0,965	0,884	0,810	0,983
1034	0,887	0,829	0,960	0,918	0,832	0,959	0,801	0,794	0,964	0,885	0,811	0,982
1035	0,887	0,829	0,959	0,918	0,832	0,958	0,802	0,795	0,964	0,885	0,812	0,982
1036	0,887	0,829	0,958	0,918	0,833	0,957	0,802	0,797	0,964	0,886	0,813	0,981
1037	0,887	0,830	0,957	0,918	0,833	0,956	0,803	0,798	0,963	0,886	0,814	0,981
1038	0,887	0,830	0,956	0,918	0,834	0,956	0,803	0,800	0,963	0,886	0,815	0,980
1039	0,887	0,830	0,955	0,918	0,834	0,955	0,804	0,801	0,963	0,887	0,815	0,980
1040	0,887	0,830	0,954	0,918	0,834	0,954	0,804	0,802	0,962	0,887	0,816	0,979
1041	0,888	0,830	0,953	0,918	0,835	0,953	0,805	0,804	0,962	0,888	0,817	0,979
1042	0,888	0,831	0,953	0,918	0,835	0,952	0,805	0,805	0,962	0,888	0,818	0,978
1043	0,888	0,831	0,952	0,918	0,835	0,951	0,806	0,807	0,961	0,888	0,819	0,977
1044	0,888	0,831	0,951	0,918	0,836	0,950	0,806	0,808	0,961	0,889	0,820	0,977
1045	0,888	0,831	0,950	0,918	0,836	0,949	0,807	0,810	0,961	0,889	0,821	0,976
1046	0,888	0,831	0,949	0,917	0,836	0,948	0,807	0,811	0,960	0,889	0,822	0,976
1047	0,888	0,832	0,948	0,917	0,837	0,947	0,808	0,812	0,960	0,890	0,823	0,975
1048	0,889	0,832	0,947	0,917	0,837	0,946	0,809	0,814	0,959	0,890	0,824	0,975
1049	0,889	0,832	0,946	0,917	0,837	0,945	0,809	0,815	0,959	0,891	0,824	0,974
1050	0,889	0,832	0,945	0,917	0,838	0,944	0,810	0,817	0,959	0,891	0,825	0,974
1051	0,889	0,832	0,944	0,917	0,838	0,944	0,810	0,818	0,958	0,891	0,826	0,973
1052	0,889	0,833	0,943	0,917	0,838	0,943	0,811	0,820	0,958	0,892	0,827	0,972
1053	0,889	0,833	0,943	0,917	0,839	0,942	0,811	0,821	0,958	0,892	0,828	0,972
1054	0,890	0,833	0,942	0,917	0,839	0,941	0,812	0,823	0,957	0,892	0,829	0,971
1055	0,890	0,833	0,941	0,917	0,839	0,940	0,812	0,824	0,957	0,893	0,830	0,971
1056	0,890	0,834	0,940	0,917	0,840	0,939	0,813	0,825	0,957	0,893	0,831	0,970
1057	0,890	0,834	0,939	0,917	0,840	0,938	0,813	0,827	0,956	0,894	0,832	0,970
1058	0,890	0,834	0,938	0,917	0,840	0,937	0,814	0,828	0,956	0,894	0,833	0,969
1059	0,890	0,834	0,937	0,917	0,841	0,936	0,814	0,830	0,956	0,894	0,834	0,969
1060	0,890	0,834	0,936	0,917	0,841	0,935	0,815	0,831	0,955	0,895	0,834	0,968
1061	0,891	0,835	0,935	0,917	0,842	0,934	0,815	0,833	0,955	0,895	0,835	0,968
1062	0,891	0,835	0,934	0,917	0,842	0,933	0,816	0,834	0,955	0,896	0,836	0,967
1063	0,891	0,835	0,933	0,917	0,842	0,932	0,816	0,835	0,954	0,896	0,837	0,966
1064	0,891	0,835	0,933	0,917	0,843	0,932	0,817	0,837	0,954	0,896	0,838	0,966
1065	0,891	0,836	0,932	0,918	0,844	0,930	0,819	0,839	0,954	0,897	0,840	0,966
1066	0,892	0,836	0,931	0,919	0,846	0,929	0,822	0,841	0,954	0,899	0,842	0,965
1067	0,892	0,837	0,930	0,920	0,848	0,928	0,825	0,843	0,955	0,901	0,845	0,965
1068	0,892	0,838	0,929	0,922	0,850	0,927	0,828	0,846	0,955	0,902	0,847	0,965
1069	0,893	0,838	0,928	0,923	0,851	0,925	0,831	0,848	0,955	0,904	0,849	0,964
1070	0,893	0,839	0,927	0,924	0,853	0,924	0,834	0,850	0,956	0,905	0,852	0,964
1071	0,893	0,840	0,926	0,926	0,855	0,923	0,837	0,853	0,956	0,907	0,854	0,964
1072	0,894	0,840	0,925	0,927	0,857	0,921	0,839	0,855	0,956	0,908	0,856	0,964
1073	0,894	0,841	0,924	0,928	0,859	0,920	0,842	0,857	0,957	0,910	0,859	0,963
1074	0,894	0,842	0,923	0,930	0,861	0,919	0,845	0,859	0,957	0,911	0,861	0,963
1075	0,895	0,842	0,922	0,931	0,863	0,917	0,848	0,862	0,957	0,913	0,863	0,963

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1076	0,895	0,843	0,921	0,932	0,865	0,916	0,851	0,864	0,958	0,914	0,866	0,962
1077	0,895	0,844	0,920	0,934	0,866	0,915	0,854	0,866	0,958	0,916	0,868	0,962
1078	0,896	0,844	0,920	0,935	0,868	0,914	0,857	0,868	0,958	0,917	0,871	0,962
1079	0,896	0,845	0,919	0,936	0,870	0,912	0,860	0,871	0,959	0,919	0,873	0,962
1080	0,896	0,846	0,918	0,938	0,872	0,911	0,863	0,873	0,959	0,921	0,875	0,961
1081	0,897	0,846	0,917	0,939	0,874	0,910	0,866	0,875	0,959	0,922	0,878	0,961
1082	0,897	0,847	0,916	0,940	0,876	0,908	0,869	0,877	0,960	0,924	0,880	0,961
1083	0,897	0,848	0,915	0,942	0,878	0,907	0,872	0,880	0,960	0,925	0,882	0,960
1084	0,898	0,848	0,914	0,943	0,880	0,906	0,875	0,882	0,960	0,927	0,885	0,960
1085	0,898	0,849	0,913	0,944	0,881	0,905	0,877	0,884	0,961	0,928	0,887	0,960
1086	0,898	0,850	0,912	0,946	0,883	0,903	0,880	0,887	0,961	0,930	0,889	0,960
1087	0,899	0,850	0,911	0,947	0,885	0,902	0,883	0,889	0,961	0,931	0,892	0,959
1088	0,899	0,851	0,910	0,948	0,887	0,901	0,886	0,891	0,962	0,933	0,894	0,959
1089	0,899	0,852	0,909	0,950	0,889	0,899	0,889	0,893	0,962	0,934	0,896	0,959
1090	0,900	0,852	0,908	0,951	0,891	0,898	0,892	0,896	0,962	0,936	0,899	0,958
1091	0,900	0,853	0,907	0,952	0,893	0,897	0,895	0,898	0,963	0,938	0,901	0,958
1092	0,900	0,854	0,907	0,954	0,895	0,896	0,898	0,900	0,963	0,939	0,903	0,958
1093	0,901	0,855	0,906	0,955	0,896	0,894	0,901	0,902	0,963	0,941	0,906	0,958
1094	0,901	0,855	0,905	0,956	0,898	0,893	0,904	0,905	0,964	0,942	0,908	0,957
1095	0,901	0,856	0,904	0,958	0,900	0,892	0,907	0,907	0,964	0,944	0,911	0,957
1096	0,902	0,857	0,903	0,959	0,902	0,890	0,910	0,909	0,964	0,945	0,913	0,957
1097	0,902	0,857	0,902	0,960	0,904	0,889	0,913	0,911	0,965	0,947	0,915	0,956
1098	0,902	0,858	0,901	0,962	0,906	0,888	0,915	0,914	0,965	0,948	0,918	0,956
1099	0,902	0,859	0,900	0,963	0,908	0,887	0,918	0,916	0,965	0,950	0,920	0,956
1100	0,903	0,859	0,899	0,964	0,910	0,885	0,921	0,918	0,966	0,951	0,922	0,956
1101	0,903	0,860	0,898	0,966	0,911	0,884	0,924	0,921	0,966	0,953	0,925	0,955
1102	0,903	0,861	0,897	0,967	0,913	0,883	0,927	0,923	0,967	0,954	0,927	0,955
1103	0,904	0,861	0,896	0,968	0,915	0,881	0,930	0,925	0,967	0,956	0,929	0,955
1104	0,904	0,862	0,895	0,970	0,917	0,880	0,933	0,927	0,967	0,958	0,932	0,954
1105	0,904	0,863	0,894	0,971	0,919	0,879	0,936	0,930	0,968	0,959	0,934	0,954
1106	0,905	0,863	0,894	0,972	0,921	0,877	0,939	0,932	0,968	0,961	0,936	0,954
1107	0,905	0,864	0,893	0,974	0,923	0,876	0,942	0,934	0,968	0,962	0,939	0,954
1108	0,905	0,865	0,892	0,975	0,925	0,875	0,945	0,936	0,969	0,964	0,941	0,953
1109	0,906	0,865	0,891	0,976	0,926	0,874	0,948	0,939	0,969	0,965	0,943	0,953
1110	0,906	0,866	0,890	0,978	0,928	0,872	0,950	0,941	0,969	0,967	0,946	0,953
1111	0,906	0,867	0,889	0,979	0,930	0,871	0,953	0,943	0,970	0,968	0,948	0,952
1112	0,907	0,867	0,888	0,980	0,932	0,870	0,956	0,945	0,970	0,970	0,951	0,952
1113	0,907	0,868	0,887	0,981	0,934	0,868	0,959	0,948	0,970	0,971	0,953	0,952
1114	0,907	0,869	0,886	0,983	0,936	0,867	0,962	0,950	0,971	0,973	0,955	0,952
1115	0,908	0,869	0,885	0,984	0,938	0,866	0,965	0,952	0,971	0,975	0,958	0,951
1116	0,908	0,870	0,884	0,985	0,940	0,865	0,968	0,955	0,971	0,976	0,960	0,951
1117	0,908	0,871	0,883	0,987	0,941	0,863	0,971	0,957	0,972	0,978	0,962	0,951
1118	0,909	0,871	0,882	0,988	0,943	0,862	0,974	0,959	0,972	0,979	0,965	0,950
1119	0,909	0,872	0,881	0,989	0,945	0,861	0,977	0,961	0,972	0,981	0,967	0,950

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1120	0,909	0,873	0,881	0,991	0,947	0,859	0,980	0,964	0,973	0,982	0,969	0,950
1121	0,910	0,873	0,880	0,992	0,949	0,858	0,983	0,966	0,973	0,984	0,972	0,950
1122	0,910	0,874	0,879	0,993	0,951	0,857	0,986	0,968	0,973	0,985	0,974	0,949
1123	0,910	0,875	0,878	0,995	0,953	0,856	0,988	0,970	0,974	0,987	0,976	0,949
1124	0,911	0,875	0,877	0,996	0,955	0,854	0,991	0,973	0,974	0,988	0,979	0,949
1125	0,911	0,876	0,876	0,997	0,956	0,853	0,994	0,975	0,974	0,990	0,981	0,948
1126	0,911	0,877	0,875	0,999	0,958	0,852	0,997	0,977	0,975	0,991	0,984	0,948
1127	0,912	0,877	0,874	1,000	0,960	0,850	1,000	0,979	0,975	0,993	0,986	0,948
1128	0,912	0,878	0,873	1,000	0,961	0,851	1,000	0,980	0,975	0,993	0,985	0,948
1129	0,912	0,879	0,872	1,000	0,961	0,851	0,999	0,980	0,976	0,993	0,985	0,948
1130	0,912	0,879	0,871	0,999	0,962	0,852	0,999	0,980	0,976	0,993	0,985	0,948
1131	0,912	0,880	0,871	0,999	0,963	0,852	0,999	0,981	0,977	0,993	0,984	0,948
1132	0,912	0,880	0,870	0,999	0,963	0,853	0,998	0,981	0,977	0,994	0,984	0,948
1133	0,913	0,881	0,869	0,999	0,964	0,853	0,998	0,981	0,977	0,994	0,984	0,948
1134	0,913	0,882	0,868	0,999	0,965	0,854	0,998	0,982	0,978	0,994	0,983	0,949
1135	0,913	0,882	0,867	0,999	0,965	0,855	0,997	0,982	0,978	0,994	0,983	0,949
1136	0,913	0,883	0,866	0,998	0,966	0,855	0,997	0,982	0,979	0,994	0,983	0,949
1137	0,913	0,884	0,865	0,998	0,967	0,856	0,997	0,983	0,979	0,994	0,982	0,949
1138	0,913	0,884	0,865	0,998	0,967	0,856	0,996	0,983	0,979	0,994	0,982	0,949
1139	0,913	0,885	0,864	0,998	0,968	0,857	0,996	0,983	0,980	0,994	0,982	0,949
1140	0,913	0,885	0,863	0,998	0,968	0,857	0,995	0,984	0,980	0,994	0,981	0,949
1141	0,914	0,886	0,862	0,997	0,969	0,858	0,995	0,984	0,981	0,995	0,981	0,949
1142	0,914	0,887	0,861	0,997	0,970	0,858	0,995	0,984	0,981	0,995	0,981	0,949
1143	0,914	0,887	0,860	0,997	0,970	0,859	0,994	0,985	0,981	0,995	0,981	0,949
1144	0,914	0,888	0,859	0,997	0,971	0,859	0,994	0,985	0,982	0,995	0,980	0,950
1145	0,914	0,888	0,859	0,997	0,972	0,860	0,994	0,985	0,982	0,995	0,980	0,950
1146	0,914	0,889	0,858	0,997	0,972	0,860	0,993	0,986	0,983	0,995	0,980	0,950
1147	0,914	0,890	0,857	0,996	0,973	0,861	0,993	0,986	0,983	0,995	0,979	0,950
1148	0,915	0,890	0,856	0,996	0,974	0,861	0,993	0,986	0,983	0,995	0,979	0,950
1149	0,915	0,891	0,855	0,996	0,974	0,862	0,992	0,987	0,984	0,995	0,979	0,950
1150	0,915	0,891	0,854	0,996	0,975	0,862	0,992	0,987	0,984	0,996	0,978	0,950
1151	0,915	0,892	0,853	0,996	0,976	0,863	0,992	0,987	0,985	0,996	0,978	0,950
1152	0,915	0,893	0,853	0,996	0,976	0,863	0,991	0,988	0,985	0,996	0,978	0,950
1153	0,915	0,893	0,852	0,995	0,977	0,864	0,991	0,988	0,985	0,996	0,977	0,950
1154	0,915	0,894	0,851	0,995	0,977	0,864	0,991	0,988	0,986	0,996	0,977	0,951
1155	0,916	0,894	0,850	0,995	0,978	0,865	0,990	0,989	0,986	0,996	0,977	0,951
1156	0,916	0,895	0,849	0,995	0,979	0,865	0,990	0,989	0,987	0,996	0,976	0,951
1157	0,916	0,896	0,848	0,995	0,979	0,866	0,990	0,989	0,987	0,996	0,976	0,951
1158	0,916	0,896	0,847	0,994	0,980	0,866	0,989	0,990	0,987	0,996	0,976	0,951
1159	0,916	0,897	0,846	0,994	0,981	0,867	0,989	0,990	0,988	0,997	0,975	0,951
1160	0,916	0,897	0,846	0,994	0,981	0,867	0,989	0,990	0,988	0,997	0,975	0,951
1161	0,916	0,898	0,845	0,994	0,982	0,868	0,988	0,991	0,989	0,997	0,975	0,951
1162	0,917	0,899	0,844	0,994	0,983	0,868	0,988	0,991	0,989	0,997	0,974	0,951
1163	0,917	0,899	0,843	0,994	0,983	0,869	0,987	0,991	0,990	0,997	0,974	0,951

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1164	0,917	0,900	0,842	0,993	0,984	0,869	0,987	0,992	0,990	0,997	0,974	0,951
1165	0,917	0,900	0,841	0,993	0,984	0,870	0,987	0,992	0,990	0,997	0,973	0,952
1166	0,917	0,901	0,840	0,993	0,985	0,870	0,986	0,992	0,991	0,997	0,973	0,952
1167	0,917	0,902	0,840	0,993	0,986	0,871	0,986	0,993	0,991	0,998	0,973	0,952
1168	0,917	0,902	0,839	0,993	0,986	0,871	0,986	0,993	0,992	0,998	0,972	0,952
1169	0,917	0,903	0,838	0,992	0,987	0,872	0,985	0,993	0,992	0,998	0,972	0,952
1170	0,918	0,904	0,837	0,992	0,988	0,872	0,985	0,994	0,992	0,998	0,972	0,952
1171	0,918	0,904	0,836	0,992	0,988	0,873	0,985	0,994	0,993	0,998	0,971	0,952
1172	0,918	0,905	0,835	0,992	0,989	0,873	0,984	0,994	0,993	0,998	0,971	0,952
1173	0,918	0,905	0,834	0,992	0,990	0,874	0,984	0,995	0,994	0,998	0,971	0,952
1174	0,918	0,906	0,834	0,992	0,990	0,874	0,984	0,995	0,994	0,998	0,970	0,952
1175	0,918	0,907	0,833	0,991	0,991	0,875	0,983	0,995	0,994	0,998	0,970	0,953
1176	0,918	0,907	0,832	0,991	0,992	0,875	0,983	0,996	0,995	0,999	0,970	0,953
1177	0,919	0,908	0,831	0,991	0,992	0,876	0,983	0,996	0,995	0,999	0,969	0,953
1178	0,919	0,908	0,830	0,991	0,993	0,876	0,982	0,996	0,996	0,999	0,969	0,953
1179	0,919	0,909	0,829	0,991	0,993	0,877	0,982	0,997	0,996	0,999	0,969	0,953
1180	0,919	0,910	0,828	0,991	0,994	0,877	0,982	0,997	0,996	0,999	0,968	0,953
1181	0,919	0,910	0,828	0,990	0,995	0,878	0,981	0,997	0,997	0,999	0,968	0,953
1182	0,919	0,911	0,827	0,990	0,995	0,878	0,981	0,998	0,997	0,999	0,968	0,953
1183	0,919	0,911	0,826	0,990	0,996	0,879	0,980	0,998	0,998	0,999	0,967	0,953
1184	0,920	0,912	0,825	0,990	0,997	0,879	0,980	0,998	0,998	0,999	0,967	0,953
1185	0,920	0,913	0,824	0,990	0,997	0,880	0,980	0,999	0,998	1,000	0,967	0,954
1186	0,920	0,913	0,823	0,989	0,998	0,881	0,979	0,999	0,999	1,000	0,966	0,954
1187	0,920	0,914	0,822	0,989	0,999	0,881	0,979	0,999	0,999	1,000	0,966	0,954
1188	0,920	0,914	0,821	0,989	0,999	0,882	0,979	1,000	1,000	1,000	0,966	0,954
1189	0,920	0,915	0,821	0,989	1,000	0,882	0,978	1,000	1,000	1,000	0,965	0,954
1190	0,921	0,916	0,820	0,988	1,000	0,882	0,977	1,000	1,000	1,000	0,966	0,954
1191	0,922	0,917	0,821	0,988	0,999	0,881	0,976	0,999	0,998	1,000	0,966	0,954
1192	0,923	0,919	0,822	0,987	0,999	0,880	0,974	0,999	0,997	0,999	0,967	0,954
1193	0,925	0,920	0,823	0,986	0,998	0,880	0,972	0,998	0,996	0,999	0,967	0,953
1194	0,926	0,921	0,824	0,986	0,998	0,879	0,971	0,997	0,995	0,999	0,968	0,953
1195	0,927	0,923	0,824	0,985	0,997	0,878	0,969	0,997	0,994	0,999	0,968	0,953
1196	0,929	0,924	0,825	0,984	0,997	0,877	0,967	0,996	0,992	0,998	0,969	0,953
1197	0,930	0,925	0,826	0,983	0,996	0,877	0,965	0,995	0,991	0,998	0,969	0,953
1198	0,931	0,927	0,827	0,983	0,996	0,876	0,964	0,995	0,990	0,998	0,970	0,953
1199	0,932	0,928	0,828	0,982	0,995	0,875	0,962	0,994	0,989	0,997	0,971	0,952
1200	0,934	0,930	0,828	0,981	0,995	0,874	0,960	0,993	0,987	0,997	0,971	0,952
1201	0,935	0,931	0,829	0,980	0,994	0,873	0,958	0,993	0,986	0,997	0,972	0,952
1202	0,936	0,932	0,830	0,980	0,994	0,873	0,957	0,992	0,985	0,997	0,972	0,952
1203	0,937	0,934	0,831	0,979	0,993	0,872	0,955	0,991	0,984	0,996	0,973	0,952
1204	0,939	0,935	0,831	0,978	0,993	0,871	0,953	0,991	0,982	0,996	0,973	0,952
1205	0,940	0,936	0,832	0,978	0,992	0,870	0,952	0,990	0,981	0,996	0,974	0,951
1206	0,941	0,938	0,833	0,977	0,992	0,870	0,950	0,989	0,980	0,995	0,974	0,951
1207	0,943	0,939	0,834	0,976	0,991	0,869	0,948	0,989	0,979	0,995	0,975	0,951

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1208	0,944	0,940	0,835	0,975	0,991	0,868	0,946	0,988	0,978	0,995	0,976	0,951
1209	0,945	0,942	0,835	0,975	0,990	0,867	0,945	0,987	0,976	0,995	0,976	0,951
1210	0,946	0,943	0,836	0,974	0,990	0,866	0,943	0,987	0,975	0,994	0,977	0,950
1211	0,948	0,944	0,837	0,973	0,989	0,866	0,941	0,986	0,974	0,994	0,977	0,950
1212	0,949	0,946	0,838	0,972	0,989	0,865	0,940	0,985	0,973	0,994	0,978	0,950
1213	0,950	0,947	0,839	0,972	0,988	0,864	0,938	0,985	0,971	0,993	0,978	0,950
1214	0,951	0,948	0,839	0,971	0,988	0,863	0,936	0,984	0,970	0,993	0,979	0,950
1215	0,953	0,950	0,840	0,970	0,987	0,862	0,934	0,983	0,969	0,993	0,979	0,950
1216	0,954	0,951	0,841	0,969	0,986	0,862	0,933	0,983	0,968	0,993	0,980	0,949
1217	0,955	0,953	0,842	0,969	0,986	0,861	0,931	0,982	0,967	0,992	0,981	0,949
1218	0,957	0,954	0,842	0,968	0,985	0,860	0,929	0,982	0,965	0,992	0,981	0,949
1219	0,958	0,955	0,843	0,967	0,985	0,859	0,927	0,981	0,964	0,992	0,982	0,949
1220	0,959	0,957	0,844	0,967	0,984	0,859	0,926	0,980	0,963	0,991	0,982	0,949
1221	0,960	0,958	0,845	0,966	0,984	0,858	0,924	0,980	0,962	0,991	0,983	0,949
1222	0,962	0,959	0,846	0,965	0,983	0,857	0,922	0,979	0,960	0,991	0,983	0,948
1223	0,963	0,961	0,846	0,964	0,983	0,856	0,921	0,978	0,959	0,991	0,984	0,948
1224	0,964	0,962	0,847	0,964	0,982	0,855	0,919	0,978	0,958	0,990	0,984	0,948
1225	0,965	0,963	0,848	0,963	0,982	0,855	0,917	0,977	0,957	0,990	0,985	0,948
1226	0,967	0,965	0,849	0,962	0,981	0,854	0,915	0,976	0,955	0,990	0,986	0,948
1227	0,968	0,966	0,850	0,961	0,981	0,853	0,914	0,976	0,954	0,989	0,986	0,948
1228	0,969	0,967	0,850	0,961	0,980	0,852	0,912	0,975	0,953	0,989	0,987	0,947
1229	0,971	0,969	0,851	0,960	0,980	0,852	0,910	0,974	0,952	0,989	0,987	0,947
1230	0,972	0,970	0,852	0,959	0,979	0,851	0,909	0,974	0,951	0,989	0,988	0,947
1231	0,973	0,971	0,853	0,958	0,979	0,850	0,907	0,973	0,949	0,988	0,988	0,947
1232	0,974	0,973	0,853	0,958	0,978	0,849	0,905	0,972	0,948	0,988	0,989	0,947
1233	0,976	0,974	0,854	0,957	0,978	0,848	0,903	0,972	0,947	0,988	0,989	0,947
1234	0,977	0,976	0,855	0,956	0,977	0,848	0,902	0,971	0,946	0,988	0,990	0,946
1235	0,978	0,977	0,856	0,956	0,977	0,847	0,900	0,970	0,944	0,987	0,991	0,946
1236	0,980	0,978	0,857	0,955	0,976	0,846	0,898	0,970	0,943	0,987	0,991	0,946
1237	0,981	0,980	0,857	0,954	0,976	0,845	0,896	0,969	0,942	0,987	0,992	0,946
1238	0,982	0,981	0,858	0,953	0,975	0,845	0,895	0,968	0,941	0,986	0,992	0,946
1239	0,983	0,982	0,859	0,953	0,974	0,844	0,893	0,968	0,939	0,986	0,993	0,946
1240	0,985	0,984	0,860	0,952	0,974	0,843	0,891	0,967	0,938	0,986	0,993	0,945
1241	0,986	0,985	0,860	0,951	0,973	0,842	0,890	0,966	0,937	0,986	0,994	0,945
1242	0,987	0,986	0,861	0,950	0,973	0,841	0,888	0,966	0,936	0,985	0,994	0,945
1243	0,988	0,988	0,862	0,950	0,972	0,841	0,886	0,965	0,935	0,985	0,995	0,945
1244	0,990	0,989	0,863	0,949	0,972	0,840	0,884	0,964	0,933	0,985	0,996	0,945
1245	0,991	0,990	0,864	0,948	0,971	0,839	0,883	0,964	0,932	0,984	0,996	0,945
1246	0,992	0,992	0,864	0,948	0,971	0,838	0,881	0,963	0,931	0,984	0,997	0,944
1247	0,994	0,993	0,865	0,947	0,970	0,838	0,879	0,962	0,930	0,984	0,997	0,944
1248	0,995	0,994	0,866	0,946	0,970	0,837	0,877	0,962	0,928	0,984	0,998	0,944
1249	0,996	0,996	0,867	0,945	0,969	0,836	0,876	0,961	0,927	0,983	0,998	0,944
1250	0,997	0,997	0,868	0,945	0,969	0,835	0,874	0,960	0,926	0,983	0,999	0,944
1251	0,999	0,998	0,868	0,944	0,968	0,834	0,872	0,960	0,925	0,983	0,999	0,943

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1252	1,000	1,000	0,869	0,943	0,968	0,834	0,871	0,959	0,924	0,982	1,000	0,943
1253	1,000	1,000	0,869	0,942	0,967	0,834	0,869	0,958	0,924	0,981	1,000	0,944
1254	1,000	1,000	0,870	0,941	0,967	0,835	0,868	0,957	0,924	0,980	0,999	0,944
1255	1,000	1,000	0,870	0,941	0,967	0,836	0,867	0,956	0,924	0,979	0,998	0,945
1256	1,000	1,000	0,870	0,940	0,966	0,836	0,866	0,955	0,925	0,978	0,998	0,945
1257	0,999	1,000	0,870	0,939	0,966	0,837	0,866	0,954	0,925	0,977	0,997	0,946
1258	0,999	0,999	0,870	0,938	0,966	0,838	0,865	0,953	0,925	0,976	0,996	0,946
1259	0,999	0,999	0,870	0,937	0,965	0,838	0,864	0,952	0,926	0,975	0,996	0,947
1260	0,999	0,999	0,871	0,936	0,965	0,839	0,863	0,951	0,926	0,974	0,995	0,947
1261	0,999	0,999	0,871	0,935	0,965	0,840	0,862	0,950	0,926	0,972	0,994	0,948
1262	0,999	0,999	0,871	0,934	0,964	0,841	0,861	0,950	0,927	0,971	0,994	0,948
1263	0,998	0,999	0,871	0,934	0,964	0,841	0,860	0,949	0,927	0,970	0,993	0,949
1264	0,998	0,999	0,871	0,933	0,963	0,842	0,859	0,948	0,927	0,969	0,992	0,949
1265	0,998	0,999	0,872	0,932	0,963	0,843	0,858	0,947	0,928	0,968	0,992	0,950
1266	0,998	0,999	0,872	0,931	0,963	0,843	0,857	0,946	0,928	0,967	0,991	0,950
1267	0,998	0,999	0,872	0,930	0,962	0,844	0,856	0,945	0,928	0,966	0,990	0,951
1268	0,998	0,998	0,872	0,929	0,962	0,845	0,855	0,944	0,929	0,965	0,990	0,951
1269	0,997	0,998	0,872	0,928	0,962	0,846	0,854	0,943	0,929	0,963	0,989	0,952
1270	0,997	0,998	0,872	0,927	0,961	0,846	0,853	0,942	0,930	0,962	0,988	0,952
1271	0,997	0,998	0,873	0,927	0,961	0,847	0,852	0,941	0,930	0,961	0,988	0,953
1272	0,997	0,998	0,873	0,926	0,961	0,848	0,851	0,940	0,930	0,960	0,987	0,953
1273	0,997	0,998	0,873	0,925	0,960	0,849	0,850	0,939	0,931	0,959	0,986	0,954
1274	0,997	0,998	0,873	0,924	0,960	0,849	0,849	0,938	0,931	0,958	0,986	0,954
1275	0,996	0,998	0,873	0,923	0,960	0,850	0,848	0,937	0,931	0,957	0,985	0,955
1276	0,996	0,998	0,873	0,922	0,959	0,851	0,847	0,936	0,932	0,955	0,985	0,955
1277	0,996	0,997	0,874	0,921	0,959	0,851	0,846	0,935	0,932	0,954	0,984	0,956
1278	0,996	0,997	0,874	0,920	0,959	0,852	0,845	0,934	0,932	0,953	0,983	0,956
1279	0,996	0,997	0,874	0,920	0,958	0,853	0,844	0,933	0,933	0,952	0,983	0,957
1280	0,996	0,997	0,874	0,919	0,958	0,854	0,843	0,932	0,933	0,951	0,982	0,957
1281	0,995	0,997	0,874	0,918	0,958	0,854	0,842	0,931	0,933	0,950	0,981	0,958
1282	0,995	0,997	0,875	0,917	0,957	0,855	0,841	0,930	0,934	0,949	0,981	0,958
1283	0,995	0,997	0,875	0,916	0,957	0,856	0,840	0,929	0,934	0,948	0,980	0,959
1284	0,995	0,997	0,875	0,915	0,957	0,856	0,839	0,928	0,934	0,946	0,979	0,959
1285	0,995	0,997	0,875	0,914	0,956	0,857	0,838	0,927	0,935	0,945	0,979	0,960
1286	0,995	0,997	0,875	0,913	0,956	0,858	0,837	0,926	0,935	0,944	0,978	0,960
1287	0,994	0,996	0,875	0,913	0,955	0,859	0,836	0,925	0,935	0,943	0,977	0,961
1288	0,994	0,996	0,876	0,912	0,955	0,859	0,835	0,924	0,936	0,942	0,977	0,961
1289	0,994	0,996	0,876	0,911	0,955	0,860	0,834	0,923	0,936	0,941	0,976	0,961
1290	0,994	0,996	0,876	0,910	0,954	0,861	0,833	0,922	0,937	0,940	0,975	0,962
1291	0,994	0,996	0,876	0,909	0,954	0,862	0,832	0,921	0,937	0,938	0,975	0,962
1292	0,994	0,996	0,876	0,908	0,954	0,862	0,831	0,920	0,937	0,937	0,974	0,963
1293	0,994	0,996	0,876	0,907	0,953	0,863	0,830	0,919	0,938	0,936	0,973	0,963
1294	0,993	0,996	0,877	0,907	0,953	0,864	0,829	0,918	0,938	0,935	0,973	0,964
1295	0,993	0,996	0,877	0,906	0,953	0,864	0,828	0,917	0,938	0,934	0,972	0,964

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1296	0,993	0,995	0,877	0,905	0,952	0,865	0,827	0,916	0,939	0,933	0,971	0,965
1297	0,993	0,995	0,877	0,904	0,952	0,866	0,826	0,915	0,939	0,932	0,971	0,965
1298	0,993	0,995	0,877	0,903	0,952	0,867	0,825	0,914	0,939	0,931	0,970	0,966
1299	0,993	0,995	0,878	0,902	0,951	0,867	0,824	0,913	0,940	0,929	0,969	0,966
1300	0,992	0,995	0,878	0,901	0,951	0,868	0,823	0,913	0,940	0,928	0,969	0,967
1301	0,992	0,995	0,878	0,900	0,951	0,869	0,822	0,912	0,940	0,927	0,968	0,967
1302	0,992	0,995	0,878	0,900	0,950	0,869	0,821	0,911	0,941	0,926	0,968	0,968
1303	0,992	0,995	0,878	0,899	0,950	0,870	0,820	0,910	0,941	0,925	0,967	0,968
1304	0,992	0,995	0,878	0,898	0,950	0,871	0,819	0,909	0,941	0,924	0,966	0,969
1305	0,992	0,995	0,879	0,897	0,949	0,872	0,818	0,908	0,942	0,923	0,966	0,969
1306	0,991	0,994	0,879	0,896	0,949	0,872	0,817	0,907	0,942	0,922	0,965	0,970
1307	0,991	0,994	0,879	0,895	0,948	0,873	0,816	0,906	0,943	0,920	0,964	0,970
1308	0,991	0,994	0,879	0,894	0,948	0,874	0,815	0,905	0,943	0,919	0,964	0,971
1309	0,991	0,994	0,879	0,893	0,948	0,875	0,814	0,904	0,943	0,918	0,963	0,971
1310	0,991	0,994	0,879	0,893	0,947	0,875	0,813	0,903	0,944	0,917	0,962	0,972
1311	0,991	0,994	0,880	0,892	0,947	0,876	0,812	0,902	0,944	0,916	0,962	0,972
1312	0,990	0,994	0,880	0,891	0,947	0,877	0,811	0,901	0,944	0,915	0,961	0,973
1313	0,990	0,994	0,880	0,890	0,946	0,877	0,810	0,900	0,945	0,914	0,960	0,973
1314	0,990	0,994	0,880	0,889	0,946	0,878	0,809	0,899	0,945	0,912	0,960	0,974
1315	0,990	0,993	0,880	0,888	0,946	0,879	0,808	0,898	0,945	0,911	0,959	0,974
1316	0,989	0,993	0,881	0,888	0,945	0,878	0,807	0,897	0,944	0,910	0,958	0,973
1317	0,988	0,992	0,881	0,887	0,944	0,878	0,806	0,896	0,943	0,909	0,956	0,972
1318	0,987	0,992	0,881	0,887	0,943	0,877	0,805	0,895	0,942	0,907	0,955	0,972
1319	0,986	0,991	0,882	0,886	0,942	0,877	0,804	0,894	0,942	0,906	0,954	0,971
1320	0,985	0,991	0,882	0,886	0,941	0,876	0,803	0,893	0,941	0,905	0,953	0,970
1321	0,984	0,990	0,882	0,885	0,940	0,876	0,802	0,892	0,940	0,903	0,951	0,969
1322	0,983	0,990	0,882	0,885	0,939	0,875	0,801	0,891	0,939	0,902	0,950	0,968
1323	0,983	0,990	0,883	0,885	0,939	0,874	0,800	0,890	0,938	0,901	0,949	0,967
1324	0,982	0,989	0,883	0,884	0,938	0,874	0,799	0,889	0,937	0,899	0,948	0,966
1325	0,981	0,989	0,883	0,884	0,937	0,873	0,798	0,889	0,937	0,898	0,946	0,966
1326	0,980	0,988	0,884	0,883	0,936	0,873	0,797	0,888	0,936	0,897	0,945	0,965
1327	0,979	0,988	0,884	0,883	0,935	0,872	0,796	0,887	0,935	0,895	0,944	0,964
1328	0,978	0,987	0,884	0,882	0,934	0,872	0,795	0,886	0,934	0,894	0,943	0,963
1329	0,977	0,987	0,884	0,882	0,933	0,871	0,794	0,885	0,933	0,893	0,941	0,962
1330	0,976	0,986	0,885	0,881	0,933	0,871	0,793	0,884	0,932	0,892	0,940	0,961
1331	0,975	0,986	0,885	0,881	0,932	0,870	0,792	0,883	0,931	0,890	0,939	0,960
1332	0,974	0,985	0,885	0,880	0,931	0,870	0,791	0,882	0,931	0,889	0,938	0,960
1333	0,973	0,985	0,886	0,880	0,930	0,869	0,790	0,881	0,930	0,888	0,936	0,959
1334	0,973	0,984	0,886	0,879	0,929	0,869	0,789	0,880	0,929	0,886	0,935	0,958
1335	0,972	0,984	0,886	0,879	0,928	0,868	0,787	0,879	0,928	0,885	0,934	0,957
1336	0,971	0,983	0,887	0,878	0,927	0,868	0,786	0,878	0,927	0,884	0,932	0,956
1337	0,970	0,983	0,887	0,878	0,926	0,867	0,785	0,877	0,926	0,882	0,931	0,955
1338	0,969	0,982	0,887	0,878	0,926	0,867	0,784	0,876	0,925	0,881	0,930	0,955
1339	0,968	0,982	0,887	0,877	0,925	0,866	0,783	0,875	0,925	0,880	0,929	0,954

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1340	0,967	0,981	0,888	0,877	0,924	0,866	0,782	0,875	0,924	0,878	0,927	0,953
1341	0,966	0,981	0,888	0,876	0,923	0,865	0,781	0,874	0,923	0,877	0,926	0,952
1342	0,965	0,980	0,888	0,876	0,922	0,865	0,780	0,873	0,922	0,876	0,925	0,951
1343	0,964	0,980	0,889	0,875	0,921	0,864	0,779	0,872	0,921	0,874	0,924	0,950
1344	0,964	0,979	0,889	0,875	0,920	0,864	0,778	0,871	0,920	0,873	0,922	0,949
1345	0,963	0,979	0,889	0,874	0,920	0,863	0,777	0,870	0,919	0,872	0,921	0,949
1346	0,962	0,978	0,889	0,874	0,919	0,863	0,776	0,869	0,919	0,870	0,920	0,948
1347	0,961	0,978	0,890	0,873	0,918	0,862	0,775	0,868	0,918	0,869	0,919	0,947
1348	0,960	0,977	0,890	0,873	0,917	0,862	0,774	0,867	0,917	0,868	0,917	0,946
1349	0,959	0,977	0,890	0,872	0,916	0,861	0,773	0,866	0,916	0,866	0,916	0,945
1350	0,958	0,976	0,891	0,872	0,915	0,860	0,772	0,865	0,915	0,865	0,915	0,944
1351	0,957	0,976	0,891	0,871	0,914	0,860	0,771	0,864	0,914	0,864	0,914	0,943
1352	0,956	0,975	0,891	0,871	0,913	0,859	0,770	0,863	0,913	0,862	0,912	0,943
1353	0,955	0,975	0,892	0,871	0,913	0,859	0,769	0,862	0,913	0,861	0,911	0,942
1354	0,954	0,974	0,892	0,870	0,912	0,858	0,768	0,861	0,912	0,860	0,910	0,941
1355	0,954	0,974	0,892	0,870	0,911	0,858	0,767	0,860	0,911	0,859	0,909	0,940
1356	0,953	0,974	0,892	0,869	0,910	0,857	0,766	0,860	0,910	0,857	0,907	0,939
1357	0,952	0,973	0,893	0,869	0,909	0,857	0,765	0,859	0,909	0,856	0,906	0,938
1358	0,951	0,973	0,893	0,868	0,908	0,856	0,764	0,858	0,908	0,855	0,905	0,938
1359	0,950	0,972	0,893	0,868	0,907	0,856	0,763	0,857	0,908	0,853	0,904	0,937
1360	0,949	0,972	0,894	0,867	0,906	0,855	0,762	0,856	0,907	0,852	0,902	0,936
1361	0,948	0,971	0,894	0,867	0,906	0,855	0,761	0,855	0,906	0,851	0,901	0,935
1362	0,947	0,971	0,894	0,866	0,905	0,854	0,760	0,854	0,905	0,849	0,900	0,934
1363	0,946	0,970	0,894	0,866	0,904	0,854	0,759	0,853	0,904	0,848	0,899	0,933
1364	0,945	0,970	0,895	0,865	0,903	0,853	0,758	0,852	0,903	0,847	0,897	0,932
1365	0,945	0,969	0,895	0,865	0,902	0,853	0,757	0,851	0,902	0,845	0,896	0,932
1366	0,944	0,969	0,895	0,864	0,901	0,852	0,756	0,850	0,902	0,844	0,895	0,931
1367	0,943	0,968	0,896	0,864	0,900	0,852	0,755	0,849	0,901	0,843	0,894	0,930
1368	0,942	0,968	0,896	0,864	0,900	0,851	0,753	0,848	0,900	0,841	0,892	0,929
1369	0,941	0,967	0,896	0,863	0,899	0,851	0,752	0,847	0,899	0,840	0,891	0,928
1370	0,940	0,967	0,897	0,863	0,898	0,850	0,751	0,846	0,898	0,839	0,890	0,927
1371	0,939	0,966	0,897	0,862	0,897	0,850	0,750	0,845	0,897	0,837	0,888	0,926
1372	0,938	0,966	0,897	0,862	0,896	0,849	0,749	0,845	0,896	0,836	0,887	0,926
1373	0,937	0,965	0,897	0,861	0,895	0,849	0,748	0,844	0,896	0,835	0,886	0,925
1374	0,936	0,965	0,898	0,861	0,894	0,848	0,747	0,843	0,895	0,833	0,885	0,924
1375	0,935	0,964	0,898	0,860	0,893	0,848	0,746	0,842	0,894	0,832	0,883	0,923
1376	0,935	0,964	0,898	0,860	0,893	0,847	0,745	0,841	0,893	0,831	0,882	0,922
1377	0,934	0,963	0,899	0,859	0,892	0,846	0,744	0,840	0,892	0,830	0,881	0,921
1378	0,933	0,963	0,898	0,859	0,891	0,846	0,743	0,839	0,891	0,828	0,880	0,920
1379	0,932	0,962	0,897	0,858	0,890	0,845	0,743	0,837	0,890	0,827	0,879	0,918
1380	0,932	0,961	0,896	0,858	0,889	0,844	0,742	0,836	0,888	0,826	0,878	0,916
1381	0,931	0,960	0,896	0,857	0,889	0,843	0,741	0,835	0,887	0,825	0,877	0,914
1382	0,930	0,959	0,895	0,856	0,888	0,842	0,740	0,833	0,885	0,824	0,876	0,913
1383	0,930	0,958	0,894	0,856	0,887	0,841	0,740	0,832	0,884	0,822	0,875	0,911

(Continuação)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1384	0,929	0,957	0,893	0,855	0,886	0,840	0,739	0,830	0,882	0,821	0,874	0,909
1385	0,928	0,956	0,892	0,855	0,885	0,839	0,738	0,829	0,881	0,820	0,873	0,907
1386	0,927	0,955	0,891	0,854	0,885	0,838	0,737	0,828	0,880	0,819	0,872	0,905
1387	0,927	0,954	0,890	0,853	0,884	0,837	0,737	0,826	0,878	0,818	0,871	0,904
1388	0,926	0,953	0,890	0,853	0,883	0,836	0,736	0,825	0,877	0,817	0,870	0,902
1389	0,925	0,952	0,889	0,852	0,882	0,835	0,735	0,824	0,875	0,815	0,869	0,900
1390	0,925	0,951	0,888	0,852	0,882	0,834	0,734	0,822	0,874	0,814	0,868	0,898
1391	0,924	0,950	0,887	0,851	0,881	0,833	0,734	0,821	0,873	0,813	0,867	0,896
1392	0,923	0,949	0,886	0,850	0,880	0,832	0,733	0,819	0,871	0,812	0,866	0,894
1393	0,923	0,948	0,885	0,850	0,879	0,831	0,732	0,818	0,870	0,811	0,865	0,893
1394	0,922	0,947	0,884	0,849	0,878	0,830	0,731	0,817	0,868	0,810	0,864	0,891
1395	0,921	0,946	0,884	0,849	0,878	0,829	0,731	0,815	0,867	0,808	0,863	0,889
1396	0,921	0,945	0,883	0,848	0,877	0,828	0,730	0,814	0,865	0,807	0,862	0,887
1397	0,920	0,944	0,882	0,847	0,876	0,827	0,729	0,812	0,864	0,806	0,861	0,885
1398	0,919	0,943	0,881	0,847	0,875	0,826	0,728	0,811	0,863	0,805	0,860	0,884
1399	0,919	0,942	0,880	0,846	0,874	0,825	0,728	0,810	0,861	0,804	0,859	0,882
1400	0,918	0,941	0,879	0,846	0,874	0,824	0,727	0,808	0,860	0,803	0,858	0,880
1401	0,917	0,940	0,878	0,845	0,873	0,824	0,726	0,807	0,858	0,801	0,857	0,878
1402	0,917	0,939	0,878	0,845	0,872	0,823	0,725	0,806	0,857	0,800	0,856	0,876
1403	0,916	0,939	0,877	0,844	0,871	0,822	0,725	0,804	0,855	0,799	0,855	0,874
1404	0,915	0,938	0,876	0,843	0,871	0,821	0,724	0,803	0,854	0,798	0,854	0,873
1405	0,915	0,937	0,875	0,843	0,870	0,820	0,723	0,801	0,853	0,797	0,853	0,871
1406	0,914	0,936	0,874	0,842	0,869	0,819	0,722	0,800	0,851	0,796	0,852	0,869
1407	0,913	0,935	0,873	0,842	0,868	0,818	0,722	0,799	0,850	0,794	0,851	0,867
1408	0,913	0,934	0,872	0,841	0,867	0,817	0,721	0,797	0,848	0,793	0,850	0,865
1409	0,912	0,933	0,872	0,840	0,867	0,816	0,720	0,796	0,847	0,792	0,849	0,864
1410	0,911	0,932	0,871	0,840	0,866	0,815	0,719	0,795	0,845	0,791	0,848	0,862
1411	0,911	0,931	0,870	0,839	0,865	0,814	0,719	0,793	0,844	0,790	0,847	0,860
1412	0,910	0,930	0,869	0,839	0,864	0,813	0,718	0,792	0,843	0,789	0,846	0,858
1413	0,909	0,929	0,868	0,838	0,864	0,812	0,717	0,790	0,841	0,787	0,845	0,856
1414	0,909	0,928	0,867	0,837	0,863	0,811	0,716	0,789	0,840	0,786	0,844	0,854
1415	0,908	0,927	0,866	0,837	0,862	0,810	0,716	0,788	0,838	0,785	0,843	0,853
1416	0,907	0,926	0,866	0,836	0,861	0,809	0,715	0,786	0,837	0,784	0,842	0,851
1417	0,906	0,925	0,865	0,836	0,860	0,808	0,714	0,785	0,836	0,783	0,841	0,849
1418	0,906	0,924	0,864	0,835	0,860	0,807	0,713	0,784	0,834	0,782	0,840	0,847
1419	0,905	0,923	0,863	0,834	0,859	0,806	0,713	0,782	0,833	0,780	0,839	0,845
1420	0,904	0,922	0,862	0,834	0,858	0,805	0,712	0,781	0,831	0,779	0,837	0,844
1421	0,904	0,921	0,861	0,833	0,857	0,804	0,711	0,779	0,830	0,778	0,836	0,842
1422	0,903	0,920	0,860	0,833	0,857	0,803	0,710	0,778	0,828	0,777	0,835	0,840
1423	0,902	0,919	0,860	0,832	0,856	0,802	0,710	0,777	0,827	0,776	0,834	0,838
1424	0,902	0,918	0,859	0,831	0,855	0,801	0,709	0,775	0,826	0,775	0,833	0,836
1425	0,901	0,917	0,858	0,831	0,854	0,800	0,708	0,774	0,824	0,773	0,832	0,834
1426	0,900	0,916	0,857	0,830	0,853	0,799	0,707	0,773	0,823	0,772	0,831	0,833
1427	0,900	0,915	0,856	0,830	0,853	0,798	0,707	0,771	0,821	0,771	0,830	0,831

(Conclusão)

Minuto	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5	Perfil 6	Perfil 7	Perfil 8	Perfil 9	Perfil 10	Perfil 11	Perfil 12
1428	0,899	0,914	0,855	0,829	0,852	0,798	0,706	0,770	0,820	0,770	0,829	0,829
1429	0,898	0,913	0,854	0,828	0,851	0,797	0,705	0,768	0,818	0,769	0,828	0,827
1430	0,898	0,913	0,854	0,828	0,850	0,796	0,704	0,767	0,817	0,768	0,827	0,825
1431	0,897	0,912	0,853	0,827	0,849	0,795	0,704	0,766	0,816	0,766	0,826	0,824
1432	0,896	0,911	0,852	0,827	0,849	0,794	0,703	0,764	0,814	0,765	0,825	0,822
1433	0,896	0,910	0,851	0,826	0,848	0,793	0,702	0,763	0,813	0,764	0,824	0,820
1434	0,895	0,909	0,850	0,825	0,847	0,792	0,701	0,762	0,811	0,763	0,823	0,818
1435	0,894	0,908	0,849	0,825	0,846	0,791	0,701	0,760	0,810	0,762	0,822	0,816
1436	0,894	0,907	0,848	0,824	0,846	0,790	0,700	0,759	0,809	0,761	0,821	0,814
1437	0,893	0,906	0,848	0,824	0,845	0,789	0,699	0,757	0,807	0,759	0,820	0,813
1438	0,892	0,905	0,847	0,823	0,844	0,788	0,698	0,756	0,806	0,758	0,819	0,811
1439	0,892	0,904	0,846	0,822	0,843	0,787	0,698	0,755	0,804	0,757	0,818	0,809