



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MÉTODO PARA ELABORAR PROGRAMAS DE CAPACITAÇÃO
DE EQUIPES DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL
DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

DOUTORADO

Luciano Vignochi

Florianópolis/SC
2016

LUCIANO VIGNOCHI

Método para Elaborar Programas de Capacitação
de Equipes de Operação em Tempo Real
do Sistema Elétrico Brasileiro

Tese submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Guillermo
Rojas Lezana.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Maria
Moreno Romero.

Florianópolis/SC
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Vignochi, Luciano

Método para Elaborar Programas de Capacitação de Equipes
de Operação em Tempo Real do Sistema Elétrico Brasileiro /
Luciano Vignochi ; orientador, Álvaro Guillermo Rojas
Lezana ; coorientadora, Ana Maria Moreno Romero. -
Florianópolis, SC, 2016.

239 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção.

Inclui referências

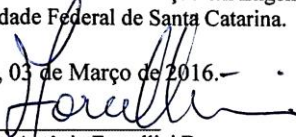
1. Engenharia de Produção. 2. Operações em tempo real. 3.
Operação de sistemas elétricos de potência. 4. Capacitação
de operadores de sistemas elétricos de potência. 5.
Sistema Elétrico Brasileiro. I. Rojas Lezana, Álvaro
Guillermo . II. Moreno Romero, Ana Maria. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Produção. IV. Título.

Luciano Vignochi

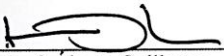
**MÉTODO PARA ELABORAR
PROGRAMAS DE CAPACITAÇÃO
DE EQUIPES DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL
DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 03 de Março de 2016.

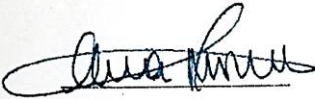

Prof. Fernando Antônio Forcellini Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



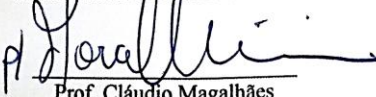
Prof. Álvaro Guillermo
Rojas Lezana, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa
Catarina



Prof.ª Ana Maria Romero, Dr.ª

Co-orientadora no exterior
Universidad Politécnica de Madrid

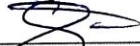


Prof. Cláudio Magalhães
de Oliveira, Dr.

Prof. Fernando Antônio Forcellini Dr.
Instituto de Capacitação, Pesquisa e
Desenvolvimento Institucional em
Engenharia de Produção
PPGEP/CTC/UFSC

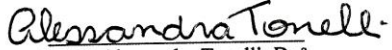


Prof. Cláudio Reis Gonçalves, Dr.
Universidade do Vale do Itajaí

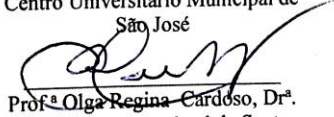


Prof. Guilherme Luz
Tortorella, Dr.

Universidade Federal de Santa
Catarina



Prof.ª Alessandra Tonelli, Dr.ª.
Centro Universitário Municipal de
São José



Prof.ª Olga Regina Cardoso, Dr.ª.
Universidade Federal de Santa
Catarina



Prof. Carlos Manuel Taboada
Rodríguez, Dr.
Universidade Federal de Santa
Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus
filhos Bernardo e Alice.

Ao João Lima Castro; homem
espirituoso, calmo e sábio (in
memoriam).

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, Prof. Dr. Álvaro G. R. Lezana, pela oportunidade de convivência no ambiente acadêmico, pela chance de aprender a ser pesquisador, pelo exemplo de humildade, otimismo, sabedoria e pela clareza transmitida nos momentos decisivos.

À Profa. Ana M. Romero pela generosa atenção e orientação no estágio junto à *Universidad Politécnica de Madrid*; ao Grupo de Investigación en Organizaciones Sostenibles, Monica del Moral Magan, e Prof. Dr. Carlos Mataix Aldeanueva.

Aos componentes da banca avaliadora pela gentileza de aceitarem o convite para examinar esta tese. Prof. Dr. Cláudio Magalhães de Oliveira, Prof. Dr. Cláudio Reis Gonçalo, Profa. Dra. Alessandra Tonelli, Prof. Dr. Guilherme Luz Tortorella, Prof. Dr. Carlos Manuel Taboada Rodriguez e Profa. Dra. Olga Regina Cardoso. Fui uma honra e uma alegria escutar suas críticas e sugestões para pesquisas futuras.

Aos professores do PPGEP/UFSC, em especial Prof. Dr. Edson P. Paladini, Prof. Dr. Antônio C. Bornia, Prof. Dr. Dalton F. de Andrade, Profa. Dra. Lucila M. de S. Campos e Prof. Fernando A. Forcellini, com quem tive a oportunidade de aperfeiçoar os conhecimentos sobre Engenharia de Produção nas disciplinas do Doutorado.

Às técnicas Rosimeri M. de Souza e Mônica Bruschi pelo suporte atencioso junto à secretaria.

Aos colegas, em especial ao Hélio Ferenhof, Flavio Kubota e Lorenzo Frazon que representam quem compartilhou comigo momentos de aprendizado, dificuldades e vitórias durante o processo de formação.

Ao pessoal do LEMP, pelo exercício de convívio diário. À Janaína R. Garcia e Alexandre M. de Vasconcelos pelo generoso acolhimento e parceria de trabalho no início da trajetória. À Luciane Camilotti, companheira de projetos. Ao Dante Juliatto pelo apoio nos projetos de pesquisa. Ao Vinícius da Silva pela oportunidade única de ensinar aprendendo. À Carolina Haddad, Pedro dos Santos, André Cândido companheiros de reta final. À Fernanda L. da Silva, Catarina E. Saito, Tânia Rauen e Anny K. Mendonça pelo desafio da convivência em grupo.

À Núbia Ferreira pelo auxílio com os contatos para o estágio de doutorado em Madrid.

Ao Angel Mahou Fernández e equipe de instrutores da *Escuela Corporativa de Red Eléctrica de España* pela gentileza da recepção e fornecimento de informações essenciais para esta tese.

Às gerências e equipes de operação do ONS (em especial ao Ricardo Vieira, Eng.), ELETROSUL, COPEL e CELESC por dispor de tempo e dados fundamentais para este estudo.

À Profa. Nícia da Silveira, aos alunos da disciplina de Psicologia da Educação e ao Prof. Marcos Grimm pela oportunidade durante a vigência da bolsa REUNI.

À CAPES pelo suporte financeiro aos meus estudos.

À Lígia Hecker Ferreira, pela compreensão no cuidado com os filhos e as conversas reconfortantes durante o período do doutorado.

À Iasmin S. Pestana, pelo cuidado, parceria, amizade e companheirismo em uma etapa difícil desta trajetória.

À Patrícia de A. Paines, pela alegre descoberta de paz, carinho e amor que tem sido o nosso encontro.

Aos amigos que faço pelas andanças da vida, em especial ao Luiz Rubio e família pelo apoio durante a estadia em Madrid.

Aos meus pais, Maria E. M. Vignochi e Romualdo L. Vignochi por terem ensinado o valor da dedicação ao estudo e ao trabalho.

“Quem conheceu a alegria da compreensão conquistou um amigo infalível para a vida. O pensar é para o homem, o que é voar para os pássaros.”

(Albert Einstein, 1951)

RESUMO

Operações em tempo real são manobras com decisões em condições de incerteza, pressão de tempo e interferência de eventos inesperados. O controle de sistemas de potência prevê o fornecimento seguro, qualificado de energia e a restauração rápida da rede durante atividades de rotina e emergências. Demanda capacitações que abordem conhecimentos técnicos, habilidades e atitudes de autocontrole e prevenção contra o estresse. O controle da operação e a capacitação das equipes estão regulamentados e normatizados. No Brasil, a estrutura público-privada e a dimensão continental da rede dificultam a consolidação de um padrão de capacitação. Este estudo teve o objetivo de desenvolver um método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB). Por meio de revisão bibliográfica foram levantados problemas enfrentados pelas equipes de operação, técnicas de identificação de necessidades e ferramentas de capacitação. A pesquisa foi aplicada, qualitativa, exploratória e descritiva. Foram coletados dados de duas experiências de capacitação: (1) *Escuela Corporativa de Red Eléctrica de España* (ECRE) e (2) de quatro empresas na Região Sul do SEB - O ONS, a ELETROSUL, a COPEL e a CELESC. A partir da teoria, foi organizada uma estrutura de, com três categorias: Infraestrutura da rede e tecnologia; Formação dos operadores e Processos de capacitação em conformidade com padrões internacionais. Lacunas entre as experiências auxiliaram a sugerir itens ao método para elaborar programas de capacitação adequados à operação do SEB. O método compreende as etapas Problemática, Contexto, Levantamento de necessidades, Escolha das técnicas de capacitação, Programa de capacitação e Avaliação. Foram sugeridos módulos de capacitação e protocolos de avaliação de competências comportamentais dos operadores. O Método foi validado por 16 especialistas dos centros do ONS. Cerca de 81% mostraram-se satisfeitos e 75% atribuíram nota 8 ou 9 para o método. Como resultado principal redesenhou-se o Método para elaborar capacitações segundo o grau de importância atribuído pelos especialistas aos itens das etapas. Testar os resultados em empresas de energia do Brasil, outros países da América Latina e estudos quantitativos são oportunidades para pesquisas futuras, entre outras.

Palavras-chave: Operações em tempo real. Operação de sistemas elétricos de potência. Capacitação de operadores de sistemas elétricos de potência. Sistema Elétrico Brasileiro.

ABSTRACT

Real-time operations are maneuvers with decisions under conditions of uncertainty, time pressure and interference from unexpected events. The control of power systems requires safe, qualified energy supply and fast restoration of the network in routine activities and emergencies. The control of the operation and the training of teams are regulated and standardized. In Brazil, the public-private structure and the continental dimension of the network hinder the consolidation of a pattern of training. This study aimed to develop a method to elaborate training programs for real time operation teams of Brazilian Power System. Through a literature review have been raised problems faced by operation teams, techniques for identification of necessary skills and tools to training. The research was applied, qualitative, exploratory and descriptive. Data were collected from two training experiences. First, of the Escuela Corporativa de Red Eléctrica de España. The second involved four companies in the southern region of the Brazilian Power System: ONS, ELETROSUL, COPEL and CELESC. Since gaps between the experiences, was suggested a method to elaborate training programs appropriate to Brazilian Power System with the following structure: problems, context, needs assessment, choice of training techniques, training program and evaluation. Were suggested training modules and evaluation protocols of behavioral skills. Sixteen experts from the ONS operation centers validated the method. About 81% were satisfied and 75% gave score 8 or 9 for the method. The main result was the method to elaborate training programs redesigned according to the degree of importance attributed by experts to the items that compose the method. Test the method for training programs in energy companies in Brazil, other countries in Latin America and quantitative studies are opportunities for future research, among others.

Keywords: Real-time operations. Power system operation. Power system operators training. Brazilian Power System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Síntese da Metodologia da Pesquisa	46
Figura 2 –Instituições do SEB.....	48
Figura 3 - Sistema Interligado Nacional.....	50
Figura 4- Centros do Sistema Interligado Nacional – SIN	51
Figura 5– Níveis Hierárquicos dos Centros de Operação do ONS e Agentes	52
Figura 6 – Fluxograma da Estratégia de Revisão Bibliográfica	55
Figura 7 - Fluxograma do Processo de Construção do Referencial da Tese.	61
Figura 8 – Levantamento de necessidades para capacitação conforme a sistemática System Approach to Training (SAT).....	81
Figura 9 – Procedimentos metodológicos.....	93
Figura 10 – Estrutura de Análise	101
Figura 11 -Análise das Experiências	107
Figura 12 – CECOEL.....	109
Figura 13 -OTS/ ECRE	113
Figura 14 –Evento de capacitação de operadores na ECRE	115
Figura 15 -Centros de operação contemplados neste estudo	117
Figura 16 -COSE.....	119
Figura 17 –Fluxograma Operação da Transmissão do COGT.....	120
Figura 18 –Fornecimento de energia operação COSD	121
Figura 19 –Método para elaborar programas de capacitação	130
Figura 19a – Identificação da problemática	131
Figura 19b – Problemas da infraestrutura do sistema	133
Figura 19c – Problemas das atividades de operação.....	134
Figura 19d – Contexto da capacitação.....	135
Figura 19e – Nível hierárquico da operação.....	136
Figura 19f – Detalhamento do perfil da concessionária	137
Figura 19g – Levantamento de necessidades para a capacitação.....	138
Figura 19h –Matriz JTA.....	139
Figura 19i – Análise de Competências	141
Figura 19j –Planejamento da Capacitação.....	142
Figura 19k –Desenvolvimento da Capacitação	143
Figura 19l –Escolha das Técnicas de Capacitação	144
Figura 19m–Preparação da Capacitação.....	145
Figura 19n– Definição das Técnicas de Capacitação	146
Figura 19o–Aplicação da Capacitação	148
Figura 19p–Avaliação	150
Figura 20–Processo de Validação	160
Figura 21–Método Validado	189

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Evolução do Número de Perturbações e do Impacto sobre o Atendimento às Cargas do SIN.....	41
Gráfico 2 – Custo médio de perdas por interrupção de energia elétrica na indústria brasileira em 2008.....	42
Gráfico 3- Escolaridade	161
Gráfico 4-Áreas de Formação	161
Gráfico 5- Profissões	162
Gráfico 6- Centros de Operação Contemplados na Validação	163
Gráfico 7- Funções dos respondentes	164
Gráfico 8- Tempo de serviço	165
Gráfico 9- Grau de Satisfação com o Método.....	182
Gráfico 10- Nota para o Método.....	183
Gráfico 11- Dispersão dos itens.....	186

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Busca Exploratória Inicial.....	56
Tabela 2 - Filtros de seleção dos artigos	60
Tabela 3 – Portfólio para Análise	61
Tabela 4 – Temas centrais das publicações	62
Tabela 5 – Teses sobre métodos de capacitação em tempo real	65
Tabela 6 – Registros de Ocorrências	84
Tabela 7 – Características da rede supervisionada pelo COSR-Sul.....	118
Tabela 8 – Problemática: infraestrutura do sistema	166
Tabela 9 – Problemática: atividades da operação	167
Tabela 10– Contexto: nível hierárquico da operação	169
Tabela 11 - Contexto: Perfil da concessionária	170
Tabela 12 - Levantamento de necessidades: análise de competências	172
Tabela 13 - Levantamento de necessidades: planejamento da capacitação	173
Tabela 14 - Levantamento de necessidades: desenvolvimento da capacitação.	174
Tabela 15 - Escolha das Técnicas de Capacitação: preparação da capacitação.	175
Tabela 16- Técnicas de Capacitação.	176
Tabela 17- Programa de Capacitação.	178
Tabela 18- Avaliação dos Treinandos e da Capacitação.	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Problemática do trabalho de operação em tempo real.....	78
Quadro 2 – Técnicas e ferramentas de levantamento de necessidades para a capacitação.....	82
Quadro 3 – Técnicas e ferramentas de capacitação de equipes de operação em tempo real.	89
Quadro 4 – Classificação da Pesquisa.....	92
Quadro 5 – Roteiro de Entrevistas	96
Quadro 6 – Distribuição dos Entrevistados.....	98
Quadro 7 – Lacunas entre as experiências analisadas.....	125
Quadro 8 - Módulos de Capacitação.....	154

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
ASTD - *American Society for Training and Development*
CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CECOEL - Centro de Controle Elétrico
CECORE - Centro de Controle da Rede
CELESC Distribuição – D - Centrais Elétricas de Santa Catarina
CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNOS - Centro Nacional de Operação
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
COG - Centros de Operação da Geração
COGT - Centro de Operação de Geração e Transmissão
COEs - Centros de Operação de Estações
COPEL - Companhia Paranaense de Energia Elétrica
COR - Centros de Operação Regional
COS-R - Centros Regionais do NOS
COSR-SUL - Centro de Operação Regional Sul
COT - Centros de Operação da Transmissão
ECRE - Escuela Corporativa de Red Eléctrica
ECTE - Empresa Catarinense de Transmissão de Energia
EDAO - Encontro para Debate sobre Assuntos de Operação
ELETROSUL – Centrais Elétricas S.A
ENTSO-E - *European Network of Transmission System Operators for Electricity*
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
ERIAN - Encontro Regional Ibero-americano de CIGRÉ
ESBR - Consórcio Energia Sustentável do Brasil
FERC - *Federal Energy Regulatory Commission*
GeT - COPEL Geração e Transmissão
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IOs - Instruções de Operação
JA - *Job Analysis*
JTA - *Job Task Analysis*
MME - Ministério de Minas e Energia
NBTE - Norte Brasil Transmissora de Energia
NERC - *North American Electric Reliability Corporation*

OJT - *On-the-job training*
ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
PER - *Personnel Performance, Training, and Qualifications*
PVTE - Porto Velho Transmissora de Energia
REE - *Red Electrica de Espanha*
SAGE - Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia
SAT - *System Approach to Training*
SciELO - *Scientific Electronic Library Online*
SEB - Sistema Elétrico Brasileiro
SIN - Sistema Interligado Nacional
SEP - Sistema Elétrico de Potência
SEPs – Sistemas Elétricos de Potência
SOMA - Simpósio de Operação e Manutenção da ELETROSUL
STI - Sistema de Tutorial Inteligente
TSOs - *European Transmission System Operators*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	31
1.1	PROBLEMA	33
1.2	OBJETIVOS.....	37
1.2.1	Objetivo Geral	38
1.2.2	Objetivos Específicos.....	38
1.3	JUSTIFICATIVA	38
1.3.1	Ineditismo.....	43
1.3.2	Contribuição para a Engenharia de Produção	44
1.4	SÍNTESE DA METODOLOGIA DA PESQUISA	44
1.5	CONTEXTO GERAL DA TESE: SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO E ÁREA DE OPERAÇÃO.....	46
1.6	ESTRUTURA DA TESE.....	53
2	REFERENCIAL TEORICO.....	55
2.1	ESTRATÉGIA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	55
2.1.1	Seleção das Bases de Dados	57
2.1.2	Seleção das Referências nas Bases de Dados.....	58
2.1.3	Filtros.....	60
2.1.4	Portfólio.....	60
2.1.5	Análise	61
2.2	TESES CORRELATAS DESENVOLVIDAS NO BRASIL	64
2.3	PRINCIPAIS CONCEITOS UTILIZADOS NA TESE	66
2.4	PROBLEMÁTICA DO TRABALHO DE OPERAÇÕES EM TEMPO REAL.....	73
2.5	TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES PARA CAPACITAÇÃO DE EQUIPES DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL.....	78
2.6	TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE CAPACITAÇÃO DE EQUIPES DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL.....	82
3	METODOLOGIA.....	91
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	91
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	92

3.2.1	Critérios de Escolha	95
3.2.2	Técnicas de Coleta de Dados	95
3.2.2.1	<i>Entrevistas</i>	96
3.2.2.2	<i>Observação</i>	99
3.2.2.3	<i>Coleta de Dados Secundários</i>	100
3.2.3	Técnicas de Análise de Dados.....	100
4	ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS DE CAPACITAÇÃO DE OPERADORES DE SISTEMAS ELÉTRICOS EM TEMPO REAL	107
4.1	EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL: RED ELÉTRICA DE ESPAÑA (REE).....	108
4.1.1	Infraestrutura da rede e tecnologia	108
4.1.2	Formação básica dos operadores	110
4.1.3	Processos de formação e capacitação	111
4.2	EXPERIÊNCIA NACIONAL: OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA (ONS), ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA (COPEL GET) E CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA (CELESC - D).....	116
4.2.1	Infraestrutura da rede e tecnologia.....	117
4.2.2	Processos de formação e capacitação	122
4.2.3	Formação básica dos operadores	123
4.3	GAPS IDENTIFICADOS ENTRE AS EXPERIÊNCIAS ANALISADAS	124
4.4	ELEMENTOS APLICÁVEIS AO MÉTODO PARA O SEB.....	128
5	DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO.....	129
5.1	ESTRUTURA DO MÉTODO - PROCESSO	129
5.2	IDENTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA.....	130
5.2.1	Infraestrutura do sistema – rede e tecnologia.....	131
5.2.2	Atividades da operação do sistema	133
5.3	CONTEXTO	135
5.3.1	Nível Hierárquico da operação	135
5.3.2	Perfil da Concessionária	136

5.4	LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES PARA CAPACITAÇÃO	138
5.4.1	Análise de competências.....	138
5.4.2	Planejamento da capacitação	141
5.4.3	Desenvolvimento da capacitação.....	142
5.5	ESCOLHA DE TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO	143
5.5.1	Preparação da capacitação	144
5.5.2	Definição das Técnicas de Capacitação	145
5.5.2.1	Conjunto de Técnicas e Ferramentas de Capacitação (“caixa de ferramentas”).....	146
5.6	PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO	147
5.7	AVALIAÇÃO	148
5.8	MÓDULOS DE CAPACITAÇÃO	150
6	VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS	159
6.1	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA VALIDAÇÃO.....	160
6.1.1	Perfil dos respondentes	160
6.1.2	Problemática: infraestrutura do sistema.....	166
6.1.3	Problemática: atividades da operação	167
6.1.4	Contexto: nível hierárquico da operação	169
6.1.5	Contexto: Perfil da concessionária.....	170
6.1.6	Levantamento de necessidades: análise de competências.....	171
6.1.7	Levantamento de necessidades: planejamento da capacitação.	173
6.1.8	Levantamento de necessidades: desenvolvimento da capacitação	174
6.1.9	Escolha das Técnicas de Capacitação: preparação da capacitação.	175
6.1.10	Técnicas de Capacitação	176
6.1.11	Programa de Capacitação.....	178
6.1.12	Avaliação	179
6.1.13	Satisfação com o método proposto	181
6.1.14	Nota para o Método.....	182

6.1.15	Sugestões	183
6.2	MÉTODO VALIDADO	185
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	191
7.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	197
7.2	PESQUISAS FUTURAS	197
	REFERÊNCIAS	199
	APÊNDICE A : OBSERVATÓRIO COMPORTAMENTAL	213
	APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO MÉTODO	215
	ANEXO A – CONFIRMAÇÃO DE VISITA Á ESCUELA CORPORATIVA DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	225
	ANEXO B – CONVITE PARA OBSERVAÇÃO DE SIMULAÇÕES PARA COPA DO MUNDO FIFIFA 2014 ONS	227
	ANEXO C – NEGOCIAÇÕES PARA INVESTIGAÇÃO JUNTO À ELETROSUL	229
	ANEXO D – TERMO DE COMPROMISSO COPEL	231
	ANEXO E – COMBINAÇÕES REUNIÃO OPERAÇÃO CELESC	233
	ANEXO F - TRECHO DE RELATÓRIO DE ANÁLISE DE OCORRÊNCIA ONS	235
	ANEXO G – EXEMPLO INDISPONIBILIDADE POR ERROS HUMANOS – PARCELA VARIÁVEL	237
	ANEXO H - EXEMPLO DE FLEXIBILIDADE EM APLICAÇÃO DE INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO	239

1 INTRODUÇÃO

As operações em tempo real, isto é, manobras que requerem tomada de decisão durante algum evento, muitas vezes inesperado, são complexas e exigem competências específicas dos profissionais envolvidos (WG78-4, 1986; NUUTINEN, 2005; VALE *et al.* 2005; CHAUVIN *et al.*, 2009; ALBUYEH 2010; FARIA *et al.* 2011; VITÓRIO *et al.*, 2012; AL-AGTASH, 2013; VIGNOCHI *et al.*, 2014; VIGNOCHI *et al.*, 2015). Para contemplar as necessidades de domínio de técnicas, instruções, normas, bem como para a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes específicas para a área de operação em tempo real, as empresas do setor de energia empenham-se em treinar seus profissionais (MALHEIRO *et al.*, 1999; VALE, 2000; FARIA *et al.* 2011; CUKALEVSKI *et al.*, 2012). Diagnosticar incidentes nos sistemas de transmissão de energia é um dos exemplos de uma tarefa onde agilidade e precisão são fundamentais (WU, 2005; FARIA *et al.*, 2011). A realização do diagnóstico correto é essencial para uma rápida decisão sobre as medidas de recuperação adequadas de um Sistema Elétrico de Potência (SEP), restringindo a área do incidente e minimizando os danos.

Este estudo enfoca o controle do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), desafios de distúrbios, situações de emergência, incertas e de tempo restrito, enfrentados por equipes de operação de empresas de energia elétrica. A proposta surgiu da necessidade da criação de um método de capacitação que vise abranger a complexidade da operação do Sistema Integrado Nacional (SIN), desde aquelas consideradas rotineiras até as operações de emergência e alto risco quanto à segurança. Programas que contemplem necessidades de capacitação nos centros de controle podem ser elaborados por meio de um método voltado às características específicas do sistema brasileiro.

Os problemas típicos das operações em tempo real (pressão de tempo, ameaça à segurança, emergência, urgência e incerteza) são ensaiados em simulações (DROZDOWICZ *et al.*, 1985; WG78-4, 1986; MALHEIRO *et al.*, 1999; SEIFI; SEIFI, 2002; SILVA *et al.*, 2009; VITORIO *et al.*, 2012). Esta técnica não contempla eventos inesperados, tais como falhas de distribuição de energia, apagões ou incêndios (NUUTINEN, 2005; CHAUVIN *et al.*; 2009). Os métodos utilizados para a criação de capacitação para estas situações tendem a focar conhecimentos, habilidades e atitudes para o bom desempenho técnico dos operadores com relação às normas, instruções e regulamentos (SMITH *et al.*, 1985; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING,

1994; SHIRE, 1996; MALHEIRO *et al.*, 1999; VALE, 2000; DICK *et al.*, 2004; KEZUNOVIC *et al.*, 2004; FARIA *et al.* 2011; JIONG; YUNGI, 2011; NERC, 2014). Entretanto, estudos avaliam a influência de aspectos emocionais e cognitivos tais como ansiedade, estresse, expertise e confiança, no exercício das práticas de operação em tempo real (NUUTINENN, 2005; ABERNETHY *et al.*, 2005; HOCKEY *et al.*, 2007).

As emoções são importantes na motivação dos operadores *trainees* e, se são considerados durante a formação, o processo pode ser progressivamente melhorado (ARROYO-FIGUEROA *et al.*, 2006). Considerar o nível de satisfação com a própria performance e com os instrutores pode auxiliar na melhoria da capacitação. Entretanto, é necessário integrar a análise das emoções no próprio ambiente de trabalho (ARROYO-FIGUEROA *et al.*, 2006).

As responsabilidades da função de operador demandam dos profissionais o desenvolvimento da capacidade diagnóstica para a solução de problemas (VALE, 2000; ONS, 2012a, ONS, 2012b; ANDRADE, 2012; FARIA *et al.* 2011; LOVEDAY *et al.*, 2013). No Brasil, o principal objetivo da certificação dos operadores é atestar sua competência, comprovar que detêm os conhecimentos técnicos, bem como apresentam as condições biopsicossociais para desempenhar suas funções (RO-MP. BR.04; SILVA FILHO; BITENCOURT, 2008). Entretanto, há muitos programas de capacitação e muitas horas de cursos a cada ano para manter os operadores atualizados (CUKALEVSKI, *et al.*, 2012; VIGNOCHI *et al.*, 2015). Existem diversos tipos de formação, conforme a meta a ser atingida. As capacitações praticadas na área de operação do sistema brasileiro são predominantemente baseadas em Instruções de Operação (IOs), sendo as questões comportamentais, psicológicas ou emocionais pouco ou quase nada enfatizadas; porém, os operadores são avaliados por meio de exames psicotécnicos (NERC, 2012; NERC, 2014; RO-MP. BR. 03/04).

Portanto, há a necessidade de conciliar aspectos da tecnologia da informação, formação técnica voltada para cumprimento de normas e instruções com elementos de ordem cognitiva e psicológicos - p.ex.: gestão da incerteza, confiança, emoções, fatores psicossociais como comunicação, negociação e disponibilidade ao trabalho em equipe (MALHEIRO *et al.*, 1999; NUUTINENN, 2005; ARROYO-FIGUEROA *et al.*, 2006; CHAUVIN *et al.*, 2009; CUKALEVSKI *et al.*, 2012; AL-AGTASH, 2013; LOVEDAY *et al.*, 2013). Há que se contemplar esta diversidade de fatores em um método que unifique os diversos programas existentes no país e que opere de modo dinâmico e flexível.

1.1 PROBLEMA

A área de operação de SEPs é complexa no que diz respeito ao modelo institucional de transmissão, geração, distribuição de energia e às responsabilidades dos técnicos envolvidos. No Brasil, existem diversas instituições envolvidas na criação de políticas de energia, no planejamento do sistema, monitoramento, comercialização, coordenação e controle da operação de geração e transmissão, fiscalização e distribuição de energia (ONS, 2012a). Neste contexto, as equipes de operação atuam em tempo real lidando com uma série de informações oriundas do Sistema Interligado Nacional (SIN), para garantir o fornecimento seguro de energia a todo o país, tomando decisões com autonomia relativa ao seu nível hierárquico (ONS, 2012b).

Os SEPs possuem diversos elementos heterogêneos que precisam interagir sendo operados em estruturas de decisão descentralizadas (AL-AGTASH, 2013). Os profissionais envolvidos na operação do sistema gerenciam a geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica com os seguintes objetivos: fornecimento ininterrupto de energia, baixo custo de produção, máxima economia de recursos financeiros, segurança do pessoal de campo, minimização de danos ao equipamento e manutenção coordenada do sistema (WG78-4, 1986).

Dentre as atividades básicas dos centros de controle de operação está o acompanhamento do funcionamento das subestações, onde é crucial tomar decisões e processar informações de modo contínuo. Isto requer um esforço mental frequente dos técnicos de operação, pois precisam manter atenção, memória e raciocínio lógico (VITÓRIO *et al.*, 2012). As tarefas envolvidas na operação de SEPs exigem que o profissional desenvolva a capacidade de antecipar procedimentos e falhas e possua capacidade de abstração acentuada, pois ocorrem em um contexto dinâmico e incerto (SILVA *et al.*, 2001; VITÓRIO *et al.*, 2012). Além disso, tais sistemas são críticos, pois a falha pode resultar em significativa perda financeira, acidentes com lesões e ameaças à vida humana (VITÓRIO *et al.* 2012).

Os operadores têm de lidar com informações incompletas ou inconsistentes devido aos erros no sistema de coleta de dados (WU, 2005; FARIA *et al.* 2011).

A história tem mostrado que à medida que as operações se tornam mais dependentes de softwares, mais acidentes catastróficos estão

ocorrendo. O problema reside em descuidos de design associado ao hardware, software, ou interações humanas. Em outras palavras, o risco total do sistema não tinha sido completamente entendido ou identificado. (GUTHRIE; PARIKH, 2004, p.273).

As capacitações de operadores em tempo real são, tradicionalmente, executadas no ambiente de trabalho em diversos setores (p.ex.: aviação, controle de tráfego aéreo, marinha, brigadas de incêndio, medicina, indústria química e indústria nuclear), inclusive no setor de energia elétrica (SEMINARA; PARSONS, 1982; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING, 1994; CHANDLER, 2000; U.S. MARINE CORPS, 2004; BARKER, 2004; NUUTINEN, 2005; CHAUVIN *et al.*, 2009; SCHRAAGEN *et al.*, 2010 U.S. DEPARTMENT OF LABOR, 2012; DOUMOURAS *et al.*, 2012). Esta modalidade de capacitação, o *on-the-job training (OJT)* é utilizada na forma presencial, com o acompanhamento de um instrutor experiente e em cursos de formação à distância (DE JONG, 1996; AL-AJLOUNI *et al.*, 2010). As modalidades à distância, apesar de garantirem conteúdos mais atualizados e maior adequação ao ritmo do *trainee*, são menos motivantes em relação à possibilidade de solução de problemas diretamente com o instrutor, facilitada pela modalidade presencial. (BATALLA-BUSQUETS; PACHECO-BERNAL, 2013). Por outro lado, *OJT* na modalidade à distância parece ser mais indicado em atividades onde há grande semelhança entre as abordagens de aprendizagem e o trabalho com base na tecnologia da informação com a necessidade de renovação constante do conteúdo (BATALLA-BUSQUETS; PACHECO-BERNAL, 2013).

Os simuladores são a principal técnica utilizada para capacitação de operadores, especialmente, no sistema elétrico (DROZDOWICZ *et al.*, 1985; BOSE, 1989; WAIGHT, 1992; MALHEIRO *et al.*, 1999; VALE, 2000; SEIFI; SEIFI, 2002; KEZUNOVIC *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2009; KI, 2011; CUKALEVSKI *et al.*, 2012; VIGNOCHI *et al.*, 2014). Permitem reproduzir o comportamento real de um SEP e exercitar a sua operação, interlocução com outros agentes e verificar a eficácia da tomada de decisão (BOSE, 1989; WAIGHT, 1992; MALHEIRO *et al.*, 1999; VALE *et al.* 2005; CHAUVIN *et al.*, 2009; DAMETTO, 2009; MACEDO, 2010; FARIA *et al.* 2011). Entretanto, o manejo de distúrbios raros como situações de urgência e emergência ou ameaça à segurança do sistema requerem diversas competências dos operadores, tais como autoconfiança e senso de equipe, as quais não podem ser adquiridas e

asseguradas somente por meio da simulação (VALE, 2000; NUUTINEN, 2005). Nesses casos, a simulação repetida pode ser ineficaz caso não ocorram *feedbacks* aos *trainees* sobre os sinais percebidos e as possíveis estratégias e decisões (KEZUNOVIC *et al.*, 2004; CHAUVIN *et al.*, 2009).

As competências técnicas mais importantes a serem abordadas nas capacitações dos operadores são: conhecimento sobre a estrutura, a topologia, o comportamento da rede e os diferentes tipos de equipamentos conectados; experiência em controle de situações normais; experiência para diagnosticar incidentes; conhecimento sobre técnicas de restauração rápida de serviço confiável e capacidade de análise de incidentes, a fim de extrair informações sobre como prevenir ou lidar com futuras ocorrências semelhantes (SILVA *et al.*, 2001, CIGRE, 2012). Tais competências técnicas e instruções são amplamente trabalhadas na simulação (DROZDOWICZ *et al.*, 1985; FOLEY, 1990; VALE, 2000 SEIFI; SEIFI, 2002; KEZUNOVIC *et al.*, 2004; NUUTINEN, 2005; SILVA *et al.*, 2009; KI, 2011; FARIA *et al.* 2011; CUKALEVSKI *et al.*, 2012).

Porém, fatores psicológicos (emoção, cognição, dentre outros) requerem outras técnicas de desenvolvimento de expertise quanto à tomada de decisão em distúrbios imprevistos. A habilidade de utilizar os conhecimentos técnicos de forma eficiente e rápida, em condições severas de estresse e pressão é indispensável para concluir corretamente sobre como e onde aconteceu o incidente, bem como sobre e o que fazer para recuperar o sistema (SILVA *et al.*, 2001).

As normas mais reconhecidas mundialmente para capacitação de operadores são estabelecidas pela *North American Electric Reliability Corporation*- NERC (NERC, 2014) e pela *A European Network of Transmission System Operators for Electricity* - ENTSO-E (ENTSO-E, 2014). Entretanto, nenhuma dessas normas aborda explicitamente a tomada de decisão do operador, formas de melhorá-la e as metas de desempenho do trabalho de despacho em SEPs (CUKALEVSKI *et al.*, 2012).

Fatores econômicos e alterações na regulamentação de serviços públicos influenciam o acúmulo de experiência entre operadores de SEPs (BRONZINI *et al.*, 1990). A redução de pessoal operacional e a saída de operadores *seniores* deram lugar a operadores *juniores* com menor experiência (FOLEY, 1990; WRIGHT, 1992; BRONZINI *et al.*, 2010).

A simulação deveria transferir para os operadores mais novos a mesma expertise de operadores experientes (VALE, 2000). Entretanto,

pouco se sabe sobre sua utilidade para que experiências diárias sirvam de estoque de conhecimentos em decisões futuras e eventos inesperados (SILVA *et al.*, 2001; NUUTINENN, 2005; HOCKEY *et al.*, 2007). O uso da simulação como ferramenta para desenvolvimento de competências comportamentais também é pouco explorado (SILVA *et al.*, 2001; GOVERNMENT OF INDIA, 2002; VIGNOCHI *et al.*, 2015).

Dentre as abordagens mais utilizadas para elaborar capacitações em operações de tempo real está a (*SAT*) *System Approach to Training* (SMITH *et al.*, 1985; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING, 1994; SHIRE, 1996; DICK *et al.*, 2004). Esta abordagem enfoca os conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para determinada função ou tarefa e o planejamento, implantação e avaliação de programas de capacitação. Em geral, ocupa-se da transmissão de conteúdos programáticos tais como instruções, regulamentos e exercícios práticos, embora possa incorporar sessões adicionais conforme necessidades de formação e perfil (SHIRE, 1996; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING, 1994; SHIRE, 1996; DICK *et al.*, 2004).

Entretanto, as avaliações de programas de capacitação *on-the-job* tendem a abordar questões relacionadas ao desempenho psicológico e cognitivo dos *trainees* (NUUTINENN, 2005; ALBERNETY *et al.*, 2005; ARROYO-FIGUEROA *et al.*, 2006; AL-AJLOUNI *et al.*, 2010). Isto pode indicar falta de alinhamento entre as competências desenvolvidas em programas de capacitação e os critérios de avaliação dos treinandos.

No Brasil, em um treinamento simulado de recomposição preparatório para a Copa do Mundo Fifa de Futebol de 2014¹, que envolveu seis empresas responsáveis pela transmissão de energia na região Sul, foram observados problemas não abordados na capacitação, tais como:

- Falhas na infraestrutura da rede de telefonia e internet;
- Consciência da situação de simulação em relação à ansiedade da intervenção real;
- Antecipação de ações coordenadas em operação fluente;
- Equívocos na interpretação de IOS;
- Situações de ansiedade;
- Ruídos na comunicação e
- Baixa confiança durante a simulação.

¹ O autor teve a oportunidade de observar cinco sessões de simulação nas instalações do ONS durante os meses de abril e maio de 2014.

Também foi possível observar em uma empresa brasileira de geração e transmissão de energia que não é disponibilizado um padrão de capacitação estruturado para sua equipe de operadores. O que ocorre é que os novos operadores são iniciados por meio do acompanhamento de um operador experiente. Entretanto, este acompanhamento tem objetivos e metas de capacitação e avaliação. Apesar disto, não fica claro quando e como o novato está preparado para assumir as responsabilidades da função. A grande rotatividade na área é considerada um problema de recursos humanos na empresa. Isto é explicado na organização por expectativas de melhores remunerações, mudanças no mercado de trabalho e necessidade de ascensão a um cargo de nível superior

Outra empresa informa que opta por convidar informalmente técnicos com experiência de campo para prestarem concurso ao cargo de operador. Segundo os informantes, isto ocorre porque há o risco de técnicos recém-formados não terem noção das tarefas de operação.² Tal situação das capacitações e do posto de trabalho requerem a criação de um método de capacitação que vise melhorar o processo seletivo, a preparação e o desenvolvimento da carreira de operador.

Observa-se que a complexidade envolvida na operação de SEPs, em especial, no contexto do SEB demanda a estruturação de programas de capacitação que contemplem tanto competências de ordem técnica, quanto de natureza psicológica. Isto implica em sistematizar um conjunto de técnicas que envolvam tanto conhecimentos, habilidades e atitudes relativas ao cumprimento de normas e instruções quanto elementos cognitivos e emocionais que contribuam com a aquisição da expertise necessária para tomada de decisão eficaz em situações normais, de emergência, urgência e ameaça à segurança.

Isto posto, a pergunta de pesquisa da presente tese consiste em: *“Como elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real com base nas características específicas e na complexidade da área no setor elétrico, em especial, o brasileiro?”*

1.2 OBJETIVOS

Esta seção trata dos objetivos geral e específicos da presente tese.

² Estes dados são oriundos de visitas a duas empresas de transmissão de energia da região Sul do Brasil.

1.2.1 Objetivo Geral

- Desenvolver um método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do Sistema Elétrico Brasileiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever a estrutura do Sistema Elétrico Brasileiro e a hierarquia da área de operação.
- Identificar os principais problemas relacionados ao trabalho de operação em tempo real, em especial, no Sistema Elétrico Brasileiro.
- Selecionar um conjunto de ferramentas de levantamento de necessidades para capacitação de equipes de operação em tempo real adequadas ao Sistema Elétrico Brasileiro.
- Selecionar um conjunto de ferramentas de capacitação de competências técnicas e comportamentais de equipes de operação em tempo real adequadas ao Sistema Elétrico Brasileiro.
- Validar um método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do Sistema Elétrico Brasileiro.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este item apresenta as justificativas, social, econômica e acadêmica da presente tese, bem como destaca os fatores que revelam o ineditismo da proposta e a sua contribuição para a Engenharia de Produção.

Para garantir a qualidade da operação dos SEPs de grande porte, as instituições envolvidas buscam aprimorar métodos que permitam o monitoramento do desempenho de todo o sistema em tempo real. Existe a possibilidade de identificar problemas, corrigi-los no prazo ou antecipá-

los por meio da gestão da informação, de tecnologias inovadoras de capacitação e da aplicação de modelos e simulações (SILVA et al., 2001; SILVA et al., 2009; DONG; LI, 2011; LOVEDAY et al., 2013).

As características peculiares da atividade de operação demandam pesquisas contínuas, pois as decisões são tomadas em tempo real e em situações, muitas vezes, imprevistas. Além disso, há a responsabilidade de gerar, transmitir e distribuir energia preservando a segurança do sistema, dos trabalhadores, dos consumidores e da sociedade. Os operadores, ainda, devem garantir que o sistema opere com baixos custos e evitar o desperdício de energia durante o funcionamento normal do sistema, bem como em situações de urgência e emergência.

O setor elétrico brasileiro é complexo, descentralizado e constituído de um conjunto de instituições responsáveis respectivamente pela geração, transmissão, distribuição de energia (ONS, 2012a). Dentro deste sistema, encontram-se os responsáveis pelo monitoramento e controle da operação, dos quais é requisitada a tomada de decisões de modo descentralizado, obedecendo à hierarquia do sistema.

Características do trabalho no SEB tais como turno de revezamento, decisões tomadas sob pressão e com poucas informações disponíveis tornam a capacitação constante imprescindível (SILVA *et al.*, 2001; KEZUNOVIC *et al.*, 2004; FARIA *et al.* 2011; ANDRADE, 2012; VITORIO *et al.*, 2012). Os operadores trabalham em turnos ininterruptos de revezamento de oito horas, sendo seis dias de trabalho por quatro de folga (ANDRADE, 2012). O consequente afastamento das atividades e a descontinuidade da atuação implicada nesta modalidade de trabalho podem indicar a necessidade de capacitação permanente e atualização constante (KEZUNOVIC *et al.*, 2004; FARIA *et al.* 2011). Estar preparado para eventos inesperados e acompanhar as mudanças e aperfeiçoamentos na infraestrutura tecnológica do sistema são fatores cruciais às tarefas de operação (CUKALEVISKI *et al.*, 2012; LOVEDAY *et al.*, 2013; VIGNOCHI *et al.*, 2015)

As decisões dos operadores são tomadas sob pressão, ou seja, com o intuito de limitar a propagação de grandes distúrbios e controlar o sistema em condições de alerta ou emergência, quando devem prever um possível risco de instabilidade ou recompor o sistema após um blecaute (WG78-4, 1986; SILVA *et al.*, 2001; ANDRADE, 2012). Há a responsabilidade pela segurança e a minimização de danos das instalações sob sua área de vigilância. Além disso, há outras ações em tempo real, como a comprovação da disponibilidade da unidade geradora após

desligamento e outras comunicações sobre alterações nas suas áreas de controle com o ONS (ONS, 2012a; ONS, 2012b).

Este conjunto de responsabilidades torna relevante para o desempenho satisfatório dos operadores e o ótimo funcionamento do sistema, a realização permanente de programas de capacitação que possibilitem a simulação e a experimentação com situações de tempo real. É necessário que as equipes estejam adequadamente capacitadas para gerenciar o sistema tanto em situações normais quanto em ocorrências imprevistas, garantindo a segurança do sistema, dos profissionais e da população (ANDRADE, 2012).

Conforme a OECD (2010), a aprendizagem no trabalho faz com que o fluxo de informação entre colaboradores e gestores torne possível um desempenho mais eficiente e menos oneroso. Os trabalhadores treinados no trabalho podem fazer uma contribuição produtiva para a empresa, tornando-se flexíveis e dispostos à inovação por meio da aquisição de novos conhecimentos (BATALLA-BUSQUETS; PACHECO-BERNAL, 2013).

As ações das equipes de operação de SEPs devem ser executadas com custos mínimos de produção e economia no intercâmbio de operações (WG78-4,1986). No Brasil, por exemplo, atrasos no cumprimento dos tempos de reativação do sistema tornam as empresas de operação passíveis de cobrança da Parcela Variável – PV (ONS, 2015b)

O crescimento da demanda de energia requer o desenvolvimento de uma infraestrutura sofisticada (AL-AGTASH, 2013). Casos em que a experiência de operação é relevante, mostram que a infraestrutura de rede adequada e a aquisição de tecnologia avançada são essenciais para o cumprimento das exigências do mercado energético (CUKALEVSKI *et al.*, 2012; VIGNOCHI *et al.*, 2015).

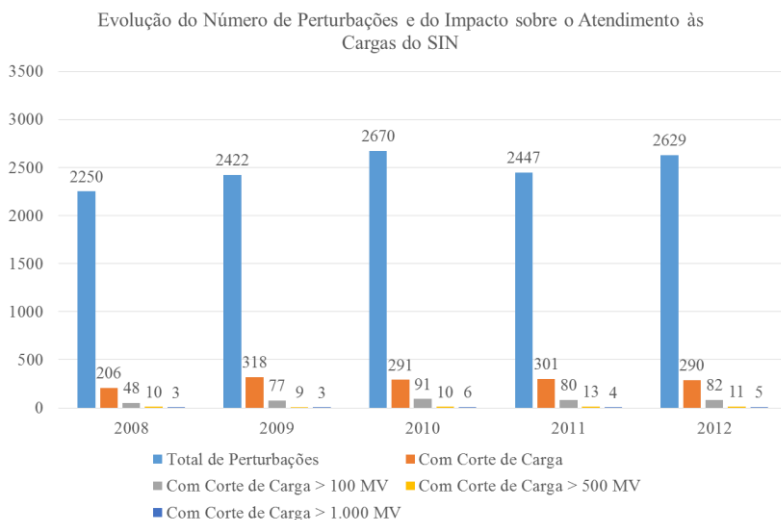
Embora a confiabilidade dos SEPs tenha aumentado, perturbações com consequências graves ainda ocorrem. Em alguns casos, resultam em situações de *blackout* levando à falta de fornecimento ao consumidor, para o qual o impacto econômico e social pode ser elevado (BOATENG *et al.* 2003; FARIA *et al.*, 2009; FARIA *et al.* 2011; ALVENHAG; AWODELE, 2013).

Em 2003, um apagão afetou o nordeste dos Estados Unidos. No ano de 2006, um *blackout* atingiu nove países da Europa e Norte da África envolvendo cerca de 10 milhões de consumidores (FARIA *et al.*, 2009). No Brasil, a cidade de Florianópolis, no ano de 2003, ficou 55 horas sem energia por conta de um incêndio em uma das galerias da Ponte Colombo Salles durante um reparo em um cabo de energia (G1 SANTA CATARINA, 2013). A empresa responsável foi multada pela Agência

Nacional de Energia Elétrica em R\$ 7,9 milhões por manutenção inadequada. Em agosto de 2013, os estados do Piauí, Paraíba, Alagoas, Maranhão, Ceará, Sergipe, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte ficaram sem energia por conta de uma queimada em uma fazenda no estado do Piauí (G1, 2013). Nesta ocasião, houve complicações no trânsito por falta de funcionamento de semáforos, fechamento de grandes *shoppings* e paralisação de fábricas, causando prejuízos à economia da região.

O Gráfico 1 mostra as perturbações ocorridas no Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme o ONS (2013):

Gráfico 1- Evolução do Número de Perturbações e do Impacto sobre o Atendimento às Cargas do SIN



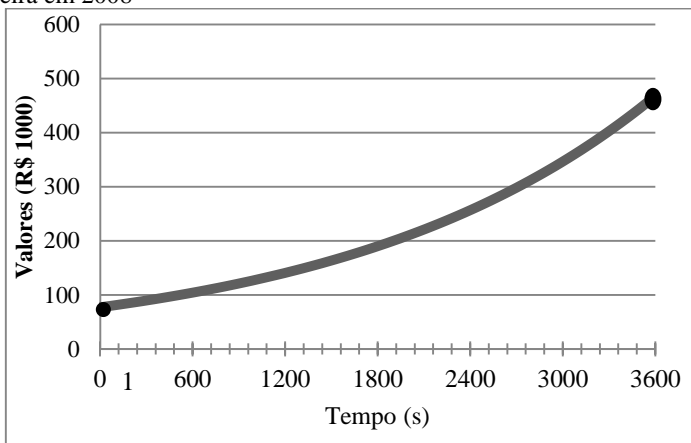
Fonte: ONS (2013)

Observa-se que nos anos de 2010 e 2012 ocorreu o maior número de perturbações. Além disso, o número de perturbações com corte de carga, é maior em 2012 ($\Sigma = 388$) que em 2008 ($\Sigma = 237$). Portanto, ocorreu um aumento de incidentes que demandaram intervenções em tempo real no SIN. Isto pode indicar que os operadores necessitem estar atualizados para cumprir com suas atividades.

No Brasil, as indústrias têm investido cada vez mais em automatização dos sistemas produtivos para obter melhoria nos seus processos e enfrentar a concorrência em uma economia globalizada (DE MELO; BARRETO, 2008). Este quadro tem ampliado o consumo de

energia, causando problemas de distribuição e transmissão, bem como ocasionado perturbações no SEB. Alguns eventos considerados irrelevantes no passado, atualmente, resultam em desligamentos. Para manter a operação do sistema em limites operacionais aceitáveis, são necessárias medidas de controle, uma vez que há variações ocasionais de tensão que podem causar falhas em equipamentos elétricos nos diversos setores da economia (OLESKOVICZ *et al.*, 2006). O Gráfico 2 mostra o custo médio das perdas por interrupção de energia elétrica em relação ao tempo de interrupção na economia industrial brasileira, no ano de 2008.

Gráfico 2 – Custo médio de perdas por interrupção de energia elétrica na indústria brasileira em 2008



Fonte: Adaptado de De Melo e Barreto (2008)

No Gráfico 2 é possível verificar que os valores médios dos custos em função do tempo de interrupção de energia elétrica em diversos setores da economia industrial brasileira, em pesquisa realizada no ano de 2008, situaram-se próximos a R\$ 90 mil, de 1 segundo até aproximadamente 2 minutos. Observa-se, ainda, que o crescimento dos custos de interrupção após 1 hora atingiram valor próximo a R\$ 500 mil.

Dados como estes podem indicar a necessidade de melhorias nos modos de capacitação de operadores com vistas à melhora das suas intervenções. Há que se elaborar programas de capacitação em conformidade com as exigências técnicas e comportamentais para operadores do SEB e contribuir com a redução do tempo de interrupção de energia.

Pesquisas realizadas nos últimos anos sobre capacitação de operadores que atuam em tempo real indicam a necessidade de mais estudos sobre os seguintes pontos:

- Implantação de processos de *feedback* aos trainees (CHAUVIN *et al.*, 2009);
- Construção de um modelo de partilha de conhecimentos replicável em diversos casos e estruturas organizacionais (CHO, 2009; VAN DEN HOOFF; HUYSMAN, 2009);
- Desenvolvimento de treinamentos abordando tanto aspectos subjetivos quanto resultados objetivos (SCHRAAGEN *et al.*, 2010);
- Planejamento de métodos para investigar comparações entre atuação de operadores experientes e novatos, aquisição de habilidades cognitivas e operacionais (TICHON; DIVER, 2010);
- Desenvolvimento de técnicas e dispositivos que possibilitem uma visão mais aproximada da realidade (KI, 2011);
- Programas de atualização para operadores de sistemas computadorizados de monitoramento de emergências (DONG; LI, 2011);
- Padronização de medidas e métodos para prevenir erros durante eventos críticos para possível generalização de resultados (DOUMOURAS *et al.*, 2012);
- Incremento de dados sobre situações da “vida real” para comparação com simulações (GOUDILNG *et al.*, 2012);
- Capacidade de gerenciar distrações ou interrupções, para manter a motivação, e para gerir a incerteza - competências cognitivas, psicomotoras e habilidades psicossociais (ALBUYEH, 2010; LOVEDAY *et al.*, 2013).

1.3.1 Ineditismo

Neste estudo, propõe-se um método dinâmico e flexível, isto é, que possa ser aplicado em diversas situações, tanto em eventos cotidianos, quanto em imprevistos. Trata-se de uma sistemática que envolve operações de rotina, urgência e emergência. Elaborar programas de capacitação para os diversos níveis de controle operacional e em

conformidade com a estrutura do SEB/SIN é um dos propósitos do método.

O ineditismo desta pesquisa justifica-se por reunir e organizar técnicas adequadas ao diagnóstico e capacitação para enfrentamento dos problemas do cotidiano de trabalho das equipes de operação em tempo real do SEB. O método para programas de capacitação envolve fatores técnicos e enfatiza elementos cognitivos e psicológicos demandados para a tomada de decisão eficaz em tempo real. Compreende conhecimentos técnicos e destaca competências comportamentais relativas às equipes de operação em tempo real.

Os estudos sobre o tema não são recentes e a capacitação de operadores de SEPs é extensamente abordada na literatura científica. As normatizações no terreno da operação de sistemas de eletricidade estão internacionalmente consolidadas. Porém, até o presente momento, no Brasil, não foram encontradas iniciativas com os atributos de análise de contexto, flexibilidade de aplicação e enfoque comportamental que compõem o método resultante desta pesquisa.

1.3.2 Contribuição para a Engenharia de Produção

Para a Engenharia de Produção, em Inteligência Organizacional, o estudo é relevante, pois visa contribuir com avanços em relação ao desenvolvimento de métodos capazes de aperfeiçoar sistemas produtivos complexos, neste caso, os que demandam operação em tempo real. Na linha da inovação, a tese pretende contribuir com o desenvolvimento, disseminação e uso do conhecimento por meio de um método estruturado e voltado ao meio empresarial.

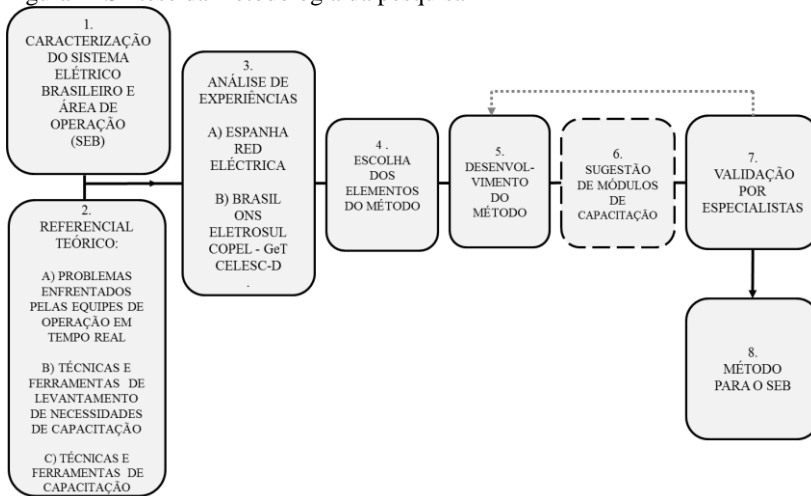
1.4 SÍNTESE DA METODOLOGIA DA PESQUISA

Para cumprir com os objetivos deste estudo efetuou-se uma investigação que resultou em um método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB). Esta sessão apresenta uma síntese da metodologia adotada para a pesquisa.

A investigação foi realizada em oito etapas conforme mostra a Figura 1. A primeira etapa consistiu na caracterização do SEB e no detalhamento da área de operação. A segunda foi uma análise aprofundada na literatura científica com relação às características dos

problemas abordados pelas equipes de operação em tempo real; técnicas de levantamento de necessidades de capacitação em operações de tempo real; técnicas e ferramentas de capacitação para equipes de operação em tempo real. Feito este primeiro mapeamento, foram analisadas duas experiências de capacitação de operadores de SEPs. A primeira consiste no processo de formação e capacitação oferecidas pela *Red Eléctrica de España*, empresa pioneira em transmissão de energia elétrica e operação do SEP espanhol. A segunda experiência analisada é a brasileira e ocorreu nas seguintes empresas de energia: ONS, ELETROSUL – Centrais Elétricas S.A, Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL Geração e Transmissão – GeT) e Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC Distribuição - D). A análise foi realizada à luz de uma estrutura com elementos essenciais à elaboração de programas de capacitação de operadores: infraestrutura de rede adequada e tecnologia avançada; formação básica do operador; processos de formação e capacitação em conformidade com os padrões internacionais. Considerando-se a análise destas experiências, destacaram-se os elementos a serem contemplados em uma capacitação para equipes de operação em tempo real. Foi desenvolvido um método para abordar a complexidade da área de operação em tempo real, em SEPs, com ênfase na realidade brasileira. Foram propostos, a título de sugestão, os possíveis módulos para a capacitação. A seguir, o método foi validado por especialistas em operação do ONS. A validação ocorreu com 16 técnicos, engenheiros, supervisores e gestores ativos e com experiência comprovada na operação do SEB/SIN. Por limitações de tempo, ou seja, cumprimento de prazos legais junto à CAPEs e falta de recursos financeiros, não foi possível testar o método, aplicando-o em uma equipe de operação. Finalmente, é exposto o resultado final da pesquisa contendo os elementos do método com os respectivos itens válidos para cada bloco segundo critérios de importância atribuídos pelos especialistas.

Figura 1- Síntese da metodologia da pesquisa



Fonte: Autor.

1.5 CONTEXTO GERAL DA TESE: SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO E ÁREA DE OPERAÇÃO

O Brasil possui o terceiro maior setor elétrico das Américas, depois dos Estados Unidos e do Canadá (EIA, 2014). A operação do seu sistema elétrico é uma das mais complexas do planeta. Pelas dimensões continentais do país, sua malha de transmissão de energia elétrica possui mais de 100.000 km. Isto faz com que a fonte geradora, na maioria dos casos, fique afastada dos principais centros de carga e esteja sujeita às variações de clima (temperatura, precipitação e ventos, entre outras) e ambientais. No ano de 2010 a capacidade instalada de geração de energia no país era de 114 milhões de kW e em 2011 o Brasil gerou 531 bilhões de kWh. Destes dados, cerca de 80% são provenientes da geração hidroelétrica, sendo o restante oriundo de combustíveis fósseis, energia nuclear, outras fontes renováveis e outras fontes de combustíveis (EIA, 2014).

O SEB é dividido nos seguintes segmentos: geração, transmissão, distribuição e comercialização. Nas últimas décadas o SEB passou por diversas modificações (EIA, 2014). Até os anos 1990, o Estado controlava o setor elétrico quase completamente. Em 1996, com a criação

da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), iniciou-se um processo de privatização do setor. Mesmo com o processo de privatização completado no início de 2000, o governo controla a maior parte dos ativos de geração. A modificação mais recente ocorreu nos anos entre 2003 e 2004 em que o governo federal lançou as bases de um novo modelo, sustentado pelas Leis nº 10.847 e 10.848, de 15 de março de 2004, e pelo Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004 (ONS, 2012a).

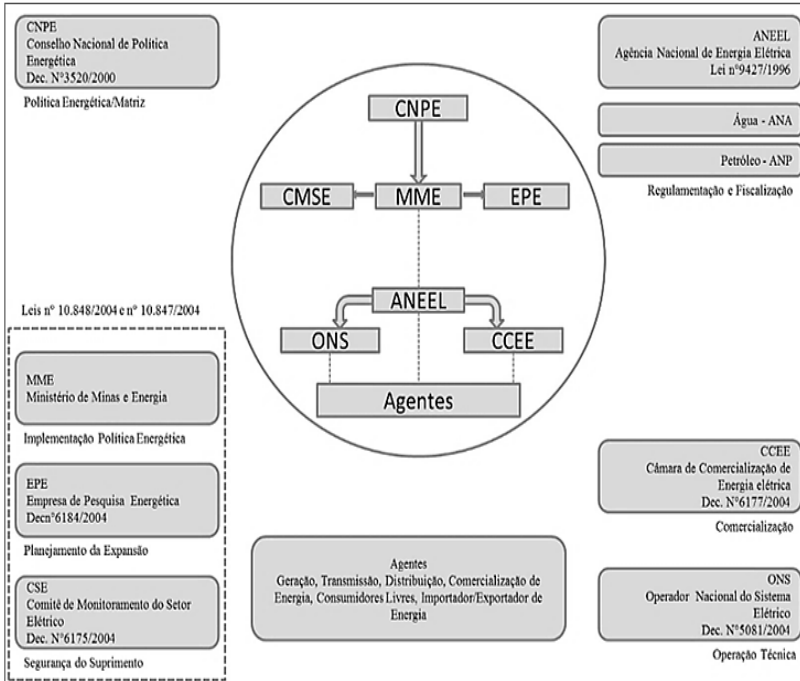
A Eletrobrás, uma *holding* estatal, é o *player* dominante no mercado de eletricidade. Em 2004, o governo brasileiro consolidou o novo modelo para o setor elétrico com abordagem híbrida para permitir investimentos tanto públicos quanto privados em projetos de geração e distribuição. Entretanto, neste modelo, a Eletrobrás foi formalmente excluída dos esforços de privatização (EIA, 2014).

O modelo proposto pelo Ministério de Minas e Energia em 2004 (MME, 2010) tem três objetivos principais:

- a) Garantir a segurança de suprimento de energia elétrica;
- b) Promover a modicidade tarifária por meio da contratação eficiente de energia para os consumidores regulados e,
- c) Promover a inserção social no Setor Elétrico, em particular pelos programas de universalização de atendimento.

Com o propósito de atingir os objetivos definidos anteriormente o governo definiu uma estrutura organizacional com atribuições e responsabilidades para as instituições envolvidas no SEB. A Figura 2 ilustra as instituições que exercem diferentes funções na estrutura do SEB.

Figura 2 – Instituições do SEB.



Fonte: ONS (2012a)

As instituições representadas na Figura 1 são:

- Conselho Nacional de Política Energética (CNPE): formula políticas nacionais e diretrizes de energia, visando o aproveitamento natural dos recursos energéticos do país, revê periodicamente a matriz energética e estabelece diretrizes para programas específicos.
- Ministério de Minas e Energia (MME): formula o planejamento e a implementação de ações do Governo Federal no âmbito da política energética nacional.
- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE): monitora e avalia as condições de segurança e continuidade do suprimento de energia no país.
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE): viabiliza a comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) e administra os contratos de

compra e venda de energia elétrica, sua contabilização e liquidação.

- e) Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS): executa as atividades de coordenação e controle da operação de geração e transmissão, no âmbito do SIN.
- f) Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): regula a fiscalização, produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal.
- g) Empresa de Pesquisa Energética (EPE): presta serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético.
- h) Agentes Setoriais: Geradores (autorizados ou concessionários de geração de energia elétrica); Transmissores (detentores de concessão para transmissão de energia elétrica); Distribuidores (operam o sistema de distribuição na sua área de concessão); Consumidores Livres (podem escolher seu fornecedor); Importadores (implantam sistemas de transmissão para importação de energia elétrica); Exportadores (implantam sistemas de transmissão para exportação de energia elétrica); Comercializador de Itaipu (entidade binacional pertencente ao Brasil e ao Paraguai).

Esta tese é direcionada para as equipes de centros de operação independentemente do nível hierárquico, compreendendo desde os operadores de sistema do ONS aos operadores de instalações dos agentes de geração transmissão e distribuição. Os centros do ONS realizam a coordenação da operação do Sistema Interligado Nacional (SIN) emitindo ordens aos centros de operação dos agentes para que estes as executem. Estes centros, por sua vez, além de atender as solicitações do ONS realizam o controle e a execução de atividades em seus sistemas. O SIN está dividido em quatro regiões geoeletricas interligadas, conforme ilustrado na Figura 3:

- A. Sul (S) – Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná;
- B. Sudeste – Centro-Oeste (SE/CO) – Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Acre e Rondônia;
- C. Norte (N) – Pará, Tocantins e Maranhão; Amazonas e Amapá (a partir de 2012) e Roraima (a partir de 2014);

- c. Norte (N) – Amazonas, Pará, Amapá, Tocantins e Maranhão;
- D. Nordeste (NE) – Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Salvador, Sergipe e Bahia

Figura 3 - Sistema Interligado Nacional



Fonte: MME (2011)

As interligações dessas regiões possibilitam a otimização energética das bacias hidrográficas, com o aproveitamento das suas diversidades hidrológicas. As Figuras 4 e 5 apresentam essas interligações regionais.

- a) Interligação Norte-Sul
- b) Interligação Norte-Nordeste
- c) Interligação Sul-Sudeste/Centro-Oeste
- d) Interligação Acre/Rondônia — Sudeste/Centro-Oeste

A Figura 4 ilustra no mapa o local de todos os centros de operação do SIN:

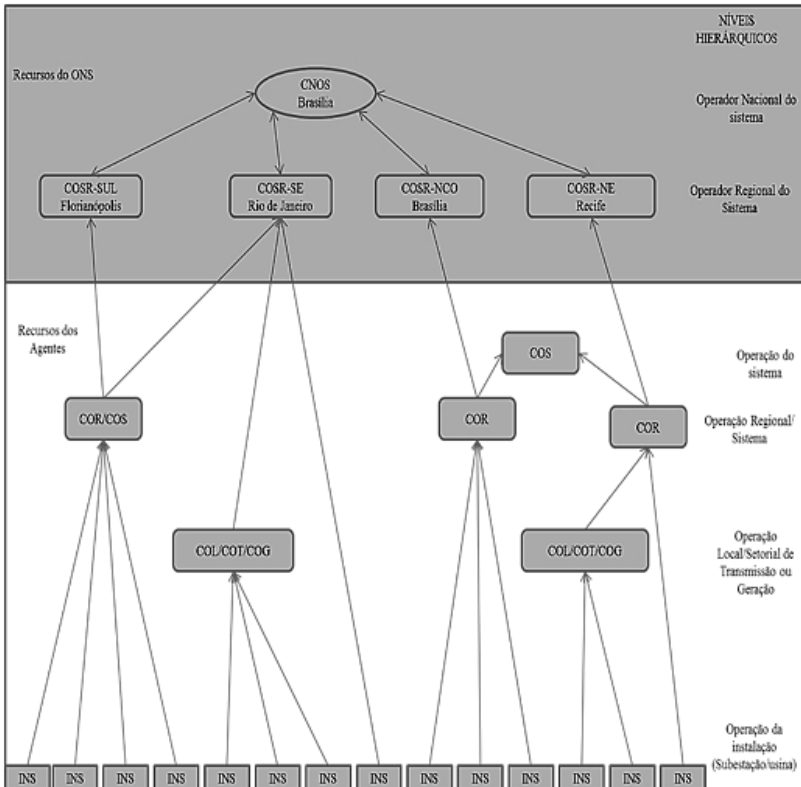
Figura 4- Centros de operação do Sistema Interligado Nacional – SIN



Fonte: UCEL (2012)

O Centro Nacional de Operação (CNOS) atua na rede de operação em sua totalidade. Porém, a atuação do CNOS se concentra, sobretudo na rede de operação sistêmica e nas interligações internacionais e supranacionais. O CNOS reporta-se aos Centros Regionais do ONS (COS-R), que gerenciam as cargas regionais/locais de cada região. Os COS-R se reportam aos centros de operação dos Agentes, e estes com as instalações de geração, transmissão e distribuição. Com visão abrangente de todo o SIN, e com base nas informações fornecidas pelos Centros do ONS e pelos Agentes, o CNOS toma as decisões necessárias para que o suprimento energético em todo o país se dê de forma contínua, com segurança, qualidade e economicidade (ONS, 2012b). Essa estrutura integrada da operação do SIN segue uma lógica hierárquica, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5– Níveis Hierárquicos dos Centros de Operação do ONS e Agentes



Fonte: ONS (2012b)

Assumindo como referência a representação funcional dos centros de operação, as instalações (INS) na parte inferior representam o nível mais baixo do ponto de vista operacional. Esses centros não possuem autonomia para a manobra de equipamentos e devem se reportar sempre ao centro imediatamente superior para solicitar autorização para qualquer ação sobre o SIN. Cada agente define a hierarquia dos centros de operação que atuam em suas INS, respeitando o princípio de que exista um único interlocutor (órgão de operação designado pelo agente) com os operadores dos centros de operação do ONS. O operador da INS não pode abrir ou fechar um disjuntor sem antes solicitar autorização de seu COL/COT/COG (ou COR, caso esteja diretamente subordinado a ele). Esses centros, por sua vez não podem autorizar a manobra na INS sem antes se reportar aos COR/COS ou aos centros de operação regional do

ONS. As manobras dos equipamentos da rede complementar devem ser sempre autorizadas pelo ONS.

Diante desse cenário, a capacitação de operadores é uma atividade essencial para assegurar a tomada de decisões críticas que envolvem a operação segura, confiável e econômica do SIN. Os operadores devem conhecer o sistema, a sua hierarquia e saber trabalhar em situações de rotina, urgência e emergência. O desenvolvimento de competências técnicas (tais como conhecimentos sobre operação) e comportamental (tais como capacidade de tomada de decisão sob pressão de tempo) é requisito essencial para o cumprimento eficaz da operação (CUKALEVISKI *et al.*, 2012; NERC, 2014; ENTSO-E, 2014; VIGNOCHI *et al.*, 2015).

Para tanto é imprescindível a utilização de métodos que favoreçam a elaboração de programas de capacitação de operadores adequados à operação do SIN.

1.6 ESTRUTURA DA TESE

A presente tese está foi estruturada conforme descrito a seguir. Neste capítulo introdutório foram descritos o problema de pesquisa; os objetivos gerais e específicos com os devidos resultados esperados; as justificativas; o caráter de ineditismo e a contribuição esperada para a Engenharia de Produção, além de um item mostrando a estratégia proposta para a pesquisa. No item 1.5 foi detalhado o contexto geral da tese, ou seja, a área de operação em tempo real situada na estrutura do SEB. O segundo capítulo mostra o referencial teórico. Primeiramente foi exibida uma síntese dos procedimentos e resultados da seleção e análise do referencial bibliográfico. Um item exibiu as teses de Doutorado desenvolvidas no Brasil, correlatas ao tema desta pesquisa. Após, foram listados os principais conceitos trabalhados na tese. Ainda, dissertou-se sobre o a área de operação em tempo real, revisou-se o referencial sobre os problemas enfrentados nas operações em tempo real, técnicas de levantamento de necessidades de capacitação de equipes de operação em tempo real e técnicas de capacitação destinadas a estas equipes. O terceiro capítulo está destinado ao detalhamento da metodologia da pesquisa. No quarto capítulo analisam-se as experiências da capacitação de operadores realizadas pela Red Eléctrica de España, na Europa e, no Brasil, pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), a ELETROSUL – Centrais Elétricas S.A, a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL

Geração e Transmissão – GeT) e Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC Distribuição - D). Destacou-se um subitem para mostrar as lacunas entre as experiências analisadas em relação aos padrões estabelecidos internacionalmente. Ainda, no capítulo quatro, mostram-se os elementos que, segundo as lacunas identificadas, são sugeridos como componentes do método. No capítulo cinco foi desenvolvido o método de capacitação, exibindo-se sua estrutura como um processo. Ainda, foi sugerido um conjunto de módulos de capacitação. Destaca-se, no APÊNDICE A, a proposição de um Observatório Comportamental com vistas ao diagnóstico e aperfeiçoamento de habilidades e atitudes que envolvem aspectos psicológicos e competências comportamentais típicas da operação de Sistemas Elétricos de Potência (SEPs). No capítulo seis, a validação por especialistas na área foi registrada com vistas comprovar a confiabilidade da tese e permitir a apresentação do método validado para o SEB (item 6.2). Finalmente, no capítulo sete, estão explicitadas as considerações finais, as indicações para pesquisas futuras e as limitações do estudo.

2 REFERENCIAL TEORICO

Este capítulo apresenta, em primeiro lugar, uma síntese da estratégia utilizada para busca, seleção e análise dos estudos para composição do referencial teórico do projeto com os principais conceitos. Após, discorre-se sobre os eixos de estudo com a discussão teórica que compõe este relatório de tese.

2.1 ESTRATÉGIA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção trata de um resumo dos procedimentos utilizados para a seleção e análise do portfólio de referências que compõem o referencial teórico desta tese. Os passos foram os seguintes: (1) busca exploratória inicial, (2) seleção das bases de dados científicas a serem consultadas, (3) busca de artigos nas bases de dados, (4) filtros e (5) análise. A Figura 6 mostra a estratégia de revisão bibliográfica desta tese:

Figura 6 – Fluxograma da Estratégia de Revisão Bibliográfica



Fonte: Autor.

2.1.1 Busca Exploratória Inicial

Para dar início à exploração do tema de pesquisa foi realizada uma busca no Google Acadêmico sobre métodos para a capacitação de equipes de operação em tempo real. Foram encontrados 10 artigos de periódicos, 01 resenha de livro e 04 manuais de capacitação. Ainda, em uma reunião prévia de contato com uma empresa do SEB para verificar a viabilidade da proposta foram repassados 09 artigos publicados em congressos

organizados por instituições do setor. A Tabela 1 mostra os resultados da busca exploratória inicial:

Tabela 1 – Busca Exploratória Inicial

Tipo de Referência	Quantidade	Fonte / quantidade	Total Geral
Artigos de Periódicos	10	<i>Computers in Industry / 1</i> <i>Electric Power Systems Research / 1</i> <i>Energy Police / 1</i> <i>IEEE Transactions on Power Systems / 2</i> <i>Journal of Loss Prevention in the Process Industries / 1</i> <i>Journal of Political Economy / 1</i> <i>Personel Psychology / 1</i> <i>Reliability Engineering and System Safety / 1</i> <i>The Eletricity Journal / 1</i>	23
Resenha de Livro	01	<i>The Systematic Design of Instruction (Dick et al., 2004)</i>	
Artigos de congressos	09	I Seminário de Operação e Manutenção da Eletrosul / 1 V Seminário Nacional de Operadores de Sistemas e de Instalações Elétricas / 1 IX Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos / 1 IX Encontro para Diretores de Assuntos de Operação/ 1 XI Encontro para Diretores de Assuntos de Operação / 3 XIII Encontro Regional Ibero-Americano do Cigré/ 1 <i>IEEE Power Engineering Society, 2006.</i>	
Manuais de Capacitação	03	<i>Guide to Good Practices for Developing Learning Objectives (DEPARTMENT OF ENERGY EUA, 1992)</i> <i>The Defense Systems Approach to Training Quality Standard. (UNITED KINGDOM MINISTRY OF DEFENSE, 2008)</i>	

Tipo de Referência	Quantidade	Fonte / quantidade	Total Geral
		Relatório das Condições de Trabalho dos Operadores, Assistentes de Operação, Técnicos de Proteção e Controle da Eletrosul (ANDRADE, 2012).	

Fonte: Autor.

A exploração inicial e a leitura dos 23 trabalhos relacionados na Tabela 1 auxiliaram o pesquisador a ampliar seus conhecimentos, familiarizando-se com o tema de pesquisa (YIN, 2001), bem como realizar uma prévia para estabelecer os critérios de busca das publicações para o referencial.

Observa-se, na Tabela 1 que, a busca exploratória revelou publicações em periódicos nas áreas de:

- Computação,
- SEPs,
- Política Energética,
- Prevenção de perdas na indústria,
- Política Econômica,
- Psicologia,
- Confiabilidade em sistemas de segurança e
- Eletricidade.

Encontrou-se uma resenha de livro a respeito de sistemática de instruções de operação. Ainda, foram descobertos 09 artigos de congressos relacionados com a área de operação de SEPs e 03 manuais de capacitação: um focado em boas práticas e objetos de aprendizagem, um voltado para o desenvolvimento de uma sistemática de abordagem para construção de capacitação e outro voltado para análise das condições de trabalho de operadores em uma empresa de energia no Brasil.

Apesar de tratar-se de uma busca preliminar, considerou-se os trabalhos pesquisados nesta etapa para a composição da presente tese.

2.1.1 Seleção das Bases de Dados

Para a busca de trabalhos científicos foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- a) *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*: uma biblioteca eletrônica que contém um conjunto selecionado de periódicos científicos brasileiros;
- b) *Web of Knowledge*: um índice multidisciplinar com a maioria dos periódicos citados em suas respectivas áreas, com mais de 9.000 periódicos indexados;
- c) *Scopus*: um banco de dados de resumos, citações de literatura científica e de fontes de informação na Internet com mais de 15.000 revistas e,
- d) *Science Direct*: banco de dados científicos, artigos de periódicos e capítulos de livros de mais de 2.500 periódicos e quase 20 mil livros.
- e) *IEEE Explore Digital Library*: banco de dados científico com mais de 3 milhões de documentos de texto completo de algumas das publicações mais citados do mundo em engenharia elétrica, ciência da computação e eletrônica.

As cinco bases de dados supracitadas foram selecionadas conforme os seguintes critérios: conter publicações de periódicos científicos que utilizam avaliação por pares; utilizar avaliação da qualidade da produção intelectual acadêmica e indicadores de impacto das publicações na comunidade científica conforme o número de citações (Qualis Capes, *Journal Citation Reports – JCR*, ou *Scimago Journal & Country Rank – SJR*); acesso livre a artigos científicos com textos completos e, possibilidade de exportação de metadados para o *software* Endnote®, usado para tratamento, manipulação, contagem de metadados e leitura das publicações. Além disso, são bases amplamente utilizadas nas áreas de conhecimento relacionadas a esta tese.

2.1.2 Seleção das Referências nas Bases de Dados

Para a seleção das referências nas bases de dados foi utilizada, como norteadora a divisão prevista para os eixos teóricos da pesquisa: problemas enfrentados pelas equipes de operação em tempo real, técnicas de levantamento de necessidades para capacitação de equipes de operação em tempo real e técnicas de capacitação de equipes de operação em tempo real. As buscas foram realizadas com o uso de combinações entre as expressões "*training*", "*team*", "*real time*", "*on the job training*", "*system approach to training*"; "*electric sector*", "*electric systems e*

“operators”, “distribution systems”, “transmission systems”, “power systems”, “operation” “operation control center”.³

As publicações foram selecionadas diretamente nas bases por meio da busca da ocorrência das expressões-chave no título, resumo, palavras-chave e corpo do texto. Apenas as bases *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e *IEEE Explore Digital Library* aceitam o uso de símbolos de truncamento (*, \$ ou?). Nas três primeiras, também foi possível selecionar as áreas de conhecimento relacionadas às engenharias e outras secundárias relacionadas à proposta de pesquisa (capacitação, gestão empresarial, ciências decisórias, ciências do comportamento, recursos humanos, psicologia e multidisciplinar) com vistas a buscar aderência ao tema de estudo. Na base *SciELO* a busca foi realizada por meio da seleção de termos indexados e não retornou nenhum artigo alinhado ao tema de estudo.

Priorizaram-se artigos científicos e de revisão, porém, também foram considerados livros ou capítulos, e artigos de congressos, após verificação da relevância do conteúdo dos mesmos para esta pesquisa. A priorização por artigos deve-se ao fato de que estes são evidências do progresso científico e porque são avaliados por pares da comunidade científica obedecendo a critérios formais (FACHIN; HILLESHEIM, 2006).

Não foi realizado nenhum recorte temporal com vistas a abranger o maior número de estudos possível para construção deste estudo. Apenas para justificar lacunas de pesquisa atualizadas, foram identificadas as indicações de pesquisas futuras nos artigos de periódicos publicados entre os anos de 2009 e 2015 (cinco anos do início do estudo e sete anos da sua conclusão).

³ Síntaxes utilizadas nas buscas : “training” AND “team” AND “real time”; “on the job training” OR “system approach to training”; “syst* approach to training”; “training” AND “operator*”; “electric* sector” AND “operator*”; “training” AND “operator*” AND “electric* system*” AND “real time”; “distribution systems”OR “transmission systems”OR “power systems”OR (“operation” “operation control center”).

2.1.3 Filtros

As 6180 publicações selecionadas passaram por filtragem com o intuito de obter aderência ao tema e aos objetivos da tese e evitar a leitura completa de textos que não estão de acordo com a proposta de estudo. Primeiro, utilizou-se o software para tratamento de metadados *EndNote*[®] para eliminar os artigos duplicados encontrados nas bases distintas por meio do comando “*Find Duplicates*”. Este filtro eliminou 928 trabalhos. A seguir, foram lidos os resumos dos estudos para verificar aderência ao tema, ou seja, atender ao potencial de contribuição e ao nível de conexão do artigo ao objetivo principal da pesquisa (VIANNA *et al.* 2011). Após este segundo filtro, obteve-se o número de 315 publicações. Destas, apenas 139 estudos estavam disponíveis na íntegra nas bases de dados ou no *Google Acadêmico* e um estudo foi gentilmente cedido pelo autor após contato por *e-mail* (FRAZIS; LOEWENSTEIN, 2006; MURASE; YAMADA, 2006). Por último, foram lidas a introdução e as conclusões das publicações disponíveis, para o aprofundamento da análise relativa à aderência ao tema. Após este último filtro ainda foram eliminadas 23 publicações. A Tabela 2 discrimina e quantifica o processo de filtragem das publicações:

Tabela 2 - Filtros de seleção dos artigos

Filtro	Nº Publicações
Publicações brutas	6180
Publicações não duplicadas	5252
Título e resumo alinhados	315
Disponibilidade	139
Leitura Prévia	116

Fonte: Autor.

2.1.4 Portfólio

Para a composição do portfólio de artigos a ser analisado considerou-se como contributivas, tanto as publicações acessadas na busca exploratória inicial, quanto aquelas selecionadas diretamente nas bases de dados e posteriormente filtradas. O total de publicações selecionadas para análise é 139. A Tabela 3 mostra a composição do portfólio de publicações da presente tese.

Tabela 3 – Portfólio para Análise

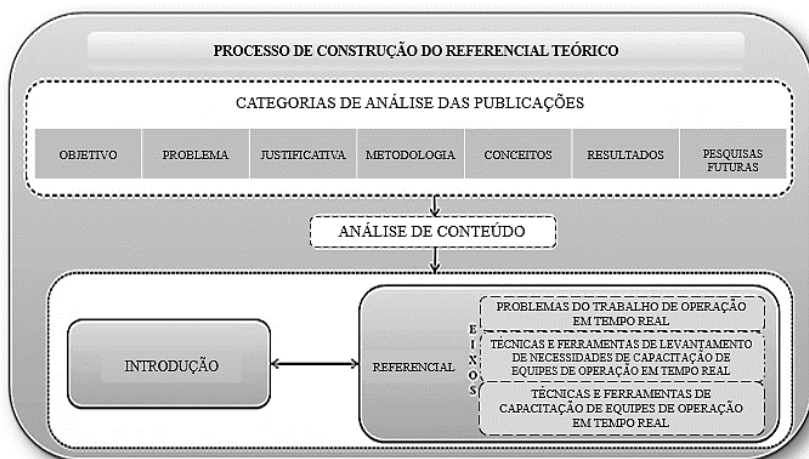
Etapa da busca	Nº Publicações
Busca exploratória inicial	23
Publicações selecionadas nas bases de dados e filtradas	116
Total	139

Fonte: Autor.

2.1.5 Análise

A Figura 7 mostra a lógica que compreende o processo de análise das publicações científicas com os devidos critérios e aplicação dos mesmos na estrutura da tese.

Figura 7 - Fluxograma do Processo de Construção do Referencial Teórico.



Fonte: Autor

A leitura das publicações foi orientada pela categorização por meio da identificação de objetivos, problema, justificativa, principais conceitos, metodologia, principais resultados e recomendações para pesquisas futuras. Estes elementos foram categorizados em planilha do *Excel* e posteriormente compilados, com o auxílio de comentários do autor da tese para a aplicação em diferentes partes da estrutura do texto. Assim, foi composto o referencial que embasa o presente estudo.

Esta etapa enquadra-se como análise de conteúdo, uma vez que os artigos foram categorizados e analisados sob uma perspectiva sistemática (BARDIN, 2011) conforme os critérios apresentados na Figura 7. Também foi necessário, nesta etapa, a consideração de aspectos subjetivos tais como a capacidade de análise do pesquisador pela experiência e sua interpretação do conteúdo apreendido na pesquisa bibliográfica (MAANEN, 1979; NEVES, 1996; BARDIN, 2011). Observa-se que uma análise aprofundada quanto aos três eixos teóricos do referencial foi realizada durante o processo de pesquisa, uma vez que seus componentes fazem parte dos resultados parciais do estudo proposto. Na Tabela 4 estão listados os temas centrais discutidos no portfólio de publicações selecionadas para esta pesquisa e a respectiva quantidade de publicações.

Tabela 4 – Temas centrais das publicações

Tema central	Quantidade de publicações
Desenvolvimento de simulador para capacitação de operadores que atuam em tempo real	47
Avaliação de programas de capacitação	16
<i>On-the-job training</i>	15
Técnicas de capacitação à distância (<i>e-learning</i>)	14
<i>System Approach to Training</i> (SAT)	05
<i>On-the-job training on-line</i>	05
Transferência de conhecimento entre operadores	04
Capacitações preventivas aos acidentes ocupacionais no setor elétrico	03
Métodos de avaliação de desempenho em capacitação	03
Políticas regulatórias do setor elétrico	03
Identificação de causas de erros humanos em operações em tempo real	02
Capacitação baseada em gestão de crises	02
Avaliação de expertise diagnóstica de operadores	03
Aquisição de habilidades	02

Tema central	Quantidade de publicações
Revisão de literatura sobre capacitação para atuar em operações em tempo real	02
Condições de trabalho dos operadores	03
Avaliação de custos de simulação	01
Construção de currículo de capacitação	01
Estrutura de distribuição de energia elétrica	01
Boas práticas no setor elétrico	01
Implantação de ferramentas de segurança em tempo real	03
Confiabilidade do sistema	02
Capacitação para restauração do sistema	01
Total	139

Fonte: Autor.

Na Tabela 4 observa-se que 33,81% (47) das publicações tem como tema central o desenvolvimento de simuladores para capacitação, enquanto que 11,51% (16) dos estudos do portfólio avaliam programas de capacitação e aproximadamente 10,79% (15) tratam de *on-the-job training*. A capacitação realizada à distância é tema central em aproximadamente 10% das publicações. Os demais estudos apresentam temas com percentuais aproximados entre 3,6% e 0,7%. Pode-se verificar que os principais temas abordados dizem respeito às técnicas e ferramentas de capacitação para a operação em tempo real, bem como à avaliação de programas de capacitação. Entretanto, os estudos não abordam métodos para construção de programas de capacitação para a operação em tempo real, mesmo que debatam temas relativos ao conhecimento, às habilidades, prevenção de erros, gestão de crises e outros temas ligados aos problemas e características do trabalho de operação e dos SEPs.

Observa-se uma diversidade de áreas de conhecimento envolvidas no estudo do tema desta pesquisa. O fenômeno estudado, ou seja, a capacitação de equipes de operadores em tempo real é observada de diversas perspectivas teórico-aplicadas.

Ao longo do estudo diversos trabalhos científicos foram acrescentados para manter o referencial teórico atualizado e agregar valor à pesquisa.

2.2 TESES CORRELATAS DESENVOLVIDAS NO BRASIL

Com o objetivo de mapear as pesquisas correlatas ao tema deste estudo em nível de Doutorado realizadas nas universidades brasileiras, fez-se uma busca no Banco de Teses da CAPES (CAPES, 2015), com a expressão “treinamento em tempo real” localizada no resumo dos estudos. Foram pesquisadas as teses defendidas entre os anos de 2005 e 2015, conforme disponibiliza o Banco de Teses (CAPES, 2015). Num primeiro momento, encontrou-se 56 teses, sendo que destas, 50% (28) foram defendidas em Engenharia Elétrica, indicando a maior concentração nesta área de conhecimento. Após, estão as áreas de Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Fisiologia, Clínica Médica, Educação Física, Engenharia Aeroespacial e Engenharia Civil.

Posteriormente, identificaram-se as instituições de ensino superior onde foram produzidas as teses encontradas. As principais instituições acadêmicas que produziram teses de doutorado no tema deste estudo foram: a Universidade Federal de Campina Grande com 28,6% (16), a Universidade de São Paulo com aproximadamente 16% (9) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro com 6 teses de doutorado defendidas entre os anos de 2005 e 2015.

A seguir, foi realizado um filtro por aderência ao tema da pesquisa, isto é, consideraram-se apenas teses que apresentaram estudos relacionados ao desenvolvimento de métodos de capacitação para a operação em tempo real. Encontraram-se apenas quatro estudos relacionados, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Teses sobre métodos de capacitação para a operação em tempo real

Autor	Área de conhecimento	Instituição de Ensino	Tema
Nogueira (2005)	Engenharia Civil	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Considerações gerais para o desenvolvimento de uma metodologia para a construção de ambientes sintéticos subaquáticos em tempo real, com o uso da Realidade Virtual (RV) para auxiliar na aplicação de capacitação e simulação na indústria <i>offshore</i> .
Albuquerque (2005)	Engenharia Elétrica	Universidade Estadual de Campinas	Busca de ferramentas à distância capazes de viabilizar a capacitação permanente dos Consultores Técnicos da EMBRATEL.
Soares (2009)	Engenharia Civil	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Modelo de capacitação simulado de Evacuação Escape e Resgate (EER) em Unidades Marítimas de Produção, utilizando ferramentas de Realidade Virtual em tempo real.
Schaf (2011)	Engenharia Elétrica	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Estudos referentes a uma proposta de arquitetura para ambientes computacionais de suporte à colaboração para auxiliar o ensino e a capacitação em áreas multidisciplinares de engenharia de controle e automação.
Total			4

Fonte: Autor.

Observa-se que dois destes estudos foram realizados na área de Engenharia Civil (NOGUEIRA, 2005; SOARES, 2009) e outros dois ocorreram na Engenharia Elétrica (ALBUQUERQUE, 2005; SCHAF, 2011). Os dois estudos na Engenharia Civil (NOGUEIRA, 2005; SOARES, 2009) foram defendidos na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os estudos em Engenharia Elétrica (ALBUQUERQUE, 2005; SCHAF, 2011) foram defendidos respectivamente na Universidade Estadual de Campinas e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Não foram encontradas teses sobre o desenvolvimento de métodos de capacitação para a operação em tempo real em Engenharia de Produção e na Universidade Federal de Santa Catarina, entre os anos de 2005 e 2015.

Quanto aos temas das teses mostradas na Tabela 5, observa-se que todos (NOGUEIRA, 2005; ALBUQUERQUE, 2005; SOARES, 2009; SCHAF, 2011) são realizados com o apoio da tecnologia da informação (ambientes virtuais, ferramentas à distância e ambientes computadorizados). Apesar de estes serem recursos tradicionalmente utilizados para a capacitação de operadores de SEPs em tempo real (DROZDOWICZ et al., 1985; WG78-4, 1986; SEIFI; SEIFI, 2002; SILVA et al., 2009; VITORIO *et al.*, 2012), nenhum dos estudos citados é aplicado neste grupo de profissionais.

Estas evidências mostram uma lacuna referente ao desenvolvimento de pesquisas aplicadas em Engenharia de Produção, voltadas para o desenvolvimento de métodos para a capacitação de equipes de operação em tempo real do SEB.

Neste item foi resumido o procedimento geral da composição do referencial teórico e debateu-se sobre as lacunas referentes às pesquisas de doutorado na área de conhecimento deste estudo. A seguir, serão exibidos os principais conceitos utilizados na presente tese.

2.3 PRINCIPAIS CONCEITOS UTILIZADOS NA TESE

Neste item são destacados os principais conceitos do referencial teórico desta pesquisa. A descrição dos mesmos acompanhada das respectivas referências bibliográficas é exibida de “a” até “g”.

a) Operações em tempo real

Manobras complexas que requerem tomada de decisão durante algum evento, muitas vezes, inesperado (WG78-4, 1986;

NUUTINEN, 2005; VALE *et al.* 2005; CHAUVIN *et al.*, 2009; ALBUYEH 2010; FARIA *et al.* 2011; AL-AGTASH, 2013).

- b) *System Approach to Training (SAT)*
Abordagem ordenada e lógica para determinar os tipos de conhecimento, habilidades e atitudes necessários para realizar uma determinada função ou tarefa (SMITH *et al.*, 1985; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING, 1994; DICK *et al.*, 2004).
- c) Instruções de Operação (IO)
Conjunto de ações e procedimentos que devem ser seguidos em situações normais e em perturbações do sistema (RO-MP.BR.03;RO-MP.BR.04)
- d) Problemática (problemas)
Situação que requer uma revisão do programa de ação (REASON, 1990).
- e) *Job Analysis (JA)*
Análise ocupacional realizada para definir o que o titular de um posto de trabalho deve saber e fazer em sua função. Resulta em uma lista verificada de todas as competências e funções realizadas no trabalho (U.S.A. MARINE CORPS, 2004).
- f) *Job Task Analysis (JTA)*
Processo sistemático que utiliza os produtos da *JA* para identificar os elementos necessários para realizar determinada tarefa. Inclui a coleta de informações e documentação que descreve o desempenho bem-sucedido da tarefa, bem como as competências requeridas para cada tarefa (U.S. DEPARTMENT OF LABOUR, 2012).
- g) Competências
Conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para realização de determinada função ou tarefa de trabalho (U.S. DEPARTMENT OF LABOUR, 2012).

- h) **Capacitação**
Processo sistemático e organizado de longo prazo com vistas à aprendizagem de conhecimentos técnicos e habilidades para um propósito definido (STEINMITZ, 1968).
- i) **Treinamento**
Treino desenvolvido para aumentar a eficácia das ações dos colaboradores nas respectivas tarefas organizacionais (TORPEY, 1953).
- k) **Sistema Tutor Inteligente (STI)**
Sistema virtual de aprendizagem que se utiliza de algoritmos de inteligência artificial combinados com as técnicas de programação convencionais. As duas partes principais de um STI são o “tutor inteligente” e os “cenários de aprendizagem” (SEIFI; SEIFI, 2002).
- j) ***On-the-job training (OJT)***
Abordagem sistêmica de treinamento para transferência de conhecimentos e habilidades necessários a uma tarefa, que ocorre no ambiente real de trabalho com objetivos e planos de formação, envolvimento ativo de um instrutor e uso de materiais impressos. Envolve os processos reais de trabalho, o ambiente físico de trabalho e o ambiente social de trabalho (JACOBS *et al.*, 1992; DE JONG *et al.*, 1996)
- l) **Técnicas de capacitação no ambiente de trabalho**
- **Demonstração**
Aplicada em grupos pequenos, segue a lógica de aprender por objetivos. Os objetivos devem ser colocados claramente e o *trainee* deve se esforçar para alcançá-los. Instrutor e *trainee* devem participar em conjunto e interagir durante os exercícios de capacitação (MC DANIEL; BROWN, 2001).
 - ***Job Instruction Training***
Treinamento de instruções estruturado, utilizado para padronização do trabalho (DE JONG, 1996).

- *Apprenticeship*
Modalidade onde pessoa sem experiência é treinada por um supervisor mais experiente. Um especialista mostra para o aprendiz como fazer uma tarefa, observa como o aprendiz pratica as partes da tarefa, até que o mesmo seja capaz de realizá-la de forma independente (COLLINS, 1991).
- *Job rotation*
Capacitação em que o colaborador exercita mais de uma tarefa correlata. Possibilita ao *trainee* entender a relação entre as tarefas e os processos além de habilitá-lo a realizar mais de uma tarefa (SANCHEZ; PEREZ, 2003).
- Mapeamento Cognitivo
Aborda como os especialistas realizam os processos de trabalho e o seu comportamento tácito na organização. Torna possível aprender sobre as relações e ações, os resultados do trabalho e desenvolver um mapa de desempenho causal que representa o entendimento dos colaboradores sobre o desempenho organizacional (ABERNETHY *et al.*, 2005).
- Simulação

Modelo ou conjunto de problemas ou eventos usados para ensinar alguém a fazer algo ou o processo de construção de um modelo (PAGE; SMITH, 1998; SENNERSTEN, 2010). Identificou-se no IEEE STD (2013) as seguintes modalidades de simulação:

Simulação ao Vivo - simulação envolvendo pessoas reais que operam sistemas reais.

Simulação Virtual - simulação envolvendo pessoas reais que operam sistemas simulados; colocam fatores humanos em um papel central, exercendo as competências de controle do programa (por exemplo, pilotar um avião), a habilidade de decisão (por exemplo, escolha de recursos para ação de controle de incêndio) ou habilidades de

comunicação (por exemplo, de membros de equipes de comando, controle, comunicações e inteligência).

Simulação Construtiva - modelos que envolvem pessoas que operam sistemas simulados, ou seja, pessoas reais alimentam o sistema, mas não estão envolvidas na determinação dos resultados.

É possível que os três tipos de simulação ocorram concomitantemente em um mesmo programa. Para a construção de ambientes de simulação são criados modelos conceituais, pontes entre o mundo real, os requisitos desejados para a capacitação e o design representativo do contexto do mesmo (IEEE STD, 2013).

- Técnicas com ênfase no desenvolvimento de competências comportamentais
- *Vestibule training*

Capacitação que ocorre em um recinto similar ao do ambiente de trabalho. Pode ser utilizado como uma preparação para o OJT. (LEFKOWITZ, 1970; PRASAD, 2001)

- *Coaching – Understudy*
Capacitação aplicada para pessoas que pretendem cargos de posição elevada ou de maior responsabilidade e atuar em substituição ao superior na sua ausência. Desempenha um grande papel no desenvolvimento de substitutos, pois o supervisor deve explicar os princípios e políticas do serviço e o substituto adquire uma base sólida para agir. (KOWSKI; EITINGTON, 1976; PRASAD, 2001).

Palestras e Conferências

Técnicas utilizadas para treinar provendo apenas informações verbais para várias pessoas ao mesmo tempo. Novas ideias podem ser comunicadas, o interesse em um tópico pode ser estimulado e os pontos principais podem

ser resumidos. (KOWSKI; EITINGTON, 1976; PRASAD, 2001).

- *In-basket exercise*
Técnica de capacitação direcionada para gestores com exercícios de tomada de decisão por meio de simulação. A simulação é baseada em memorandos e relatórios e as respostas são “sim” e “não”. Assemelha-se a um conjunto realista de operações, comunicações e problemas organizacionais com diferentes graus de dificuldade exercitados sob pressão de tempo (KOWSKI; EITINGTON, 1976; PRASAD, 2001).
- *Role play*
Capacitação para grupos onde as pessoas interagem por meio de papéis distintos. Duas pessoas agem em conjunto em uma situação suposta, por exemplo, de um funcionário envolvido em um problema de trabalho com o seu supervisor que deve manejá-la. Cada um “joga” sem ensaio e diz como agiria numa situação desta natureza. Posteriormente a cena é analisada com o auxílio do coordenador (KOWSKI; EITINGTON, 1976; PRASAD, 2001; NAKAMURA *et al.*, 2011; NAKAMURA *et al.*, 2014).
- *Management game*
Simulação que recria o ambiente de gerência. Cria ambientes experimentais onde aprendizagens e mudanças comportamentais podem ocorrer e o comportamento gerencial pode ser observado (KEYS; WOLF, 1990).
- *Sensitivity training*
Capacitação em grupo baseado nas experiências dos *trainees* sobre a tarefa a ser treinada. Um membro da equipe cria uma situação ambígua com papéis definidos. A percepção sobre os comportamentos é analisada como fonte de aprendizagem (SEACHORE, 1968; PRASAD, 2001).

- **Análise Transacional**
Técnica de capacitação de grupos que possibilita analisar e entender o comportamento de seus membros através de sua interação. É uma abordagem racional para a compreensão do comportamento de grupos e baseia-se no pressuposto de que todos os indivíduos podem aprender a confiar em si mesmos, pensar por si mesmos e tomar suas próprias decisões. Centra-se em decisões anteriores que cada pessoa fez e sublinha a capacidade de buscar novas decisões para a realização de mudanças (JAMES, 1996).
- **Desenvolvimento Organizacional**
Capacitação sistêmica em grupo elaborada para mudar conceitos básicos de crenças, atitude, valores e estrutura da organização atual. Visa melhor adaptação da organização às novas tecnologias, mercados e ao ritmo de mudança (KAHN, 1974).
- ***Syndicate***
É útil e amplamente usado em situações de ensino-aprendizagem, especialmente na formação de gestores de nível superior. Deve ter um treinador competente em lidar com o processamento da técnica e familiarizado com o conteúdo a ser transmitido. O treinador deve ter um grupo central de auxiliares igualmente competentes em lidar com os diferentes trabalhos práticos atribuídos por ele (SAMANTA, 1993).
- ***E-learning***
Consiste na compilação de novas tecnologias de formação, tais com a capacitação baseado em web e CD-ROM, que permitem a superação de limites de espaço e tempo, a variedade de conteúdo, rapidez e renovação da informação, interatividade e simplificação do acesso. O ambiente de capacitação *e-learning* pode ser gerenciado pelo próprio *trainee* e seus resultados são mais visíveis em locais de trabalho onde há grande semelhança entre a situação de aprendizagem e o trabalho marcado pela presença da tecnologia da informação e a atualização permanente de dados (BURGESS, 2003; CHANG, 2010; JIONG;

YUNGI, 2011; BATALLA-BUSQUETS; PACHECO-BERNAL, 2013).

- *Workshops*
Envolve o público ativamente no processo de planejamento com os planejadores em uma sessão de trabalho. Reúne uma quantidade suficiente de informações para o planejamento de uma determinada atividade de capacitação (HEBERLEIN, 1976).
- *Atividades de campo*
Abordagem construtivista por meio do uso da experiência pessoal. Baseada na compreensão das raízes sociais da aprendizagem, incentiva a imaginação sociológica. Combina estilos de aprendizagem ativa, abstrata, concreta, reflexiva e a participação na experiência alheia por meio do envolvimento multissensorial e da interação social (PROCTER, 2012).
- *Auto estudo*
Consiste na ação focada para obtenção de conhecimento por si próprio, investigação sistemática em elementos de nossa própria prática, olhar pensativo sobre textos lidos, experiências vividas, conhecimento obtido e ideias consideradas (SAMARAS, 2006).

A seguir, será discutida a problemática que envolve as ações dos operadores em tempo real, a qual envolve a realidade para a qual esta tese está voltada.

2.4 PROBLEMÁTICA DO TRABALHO DE OPERAÇÕES EM TEMPO REAL

A operação de sistemas de energia elétrica compreende a infraestrutura que oferece suporte aos Centros de Operação para manter o sistema em perfeitas condições de funcionamento (ver item 1.5). Ela é

dividida em pré-operação, tempo real e pós-operação (ONS 2012a; ONS, 2012b).

A pré-operação envolve a execução das Instruções de Operação (IO). Quando falha a energia, operador deve seguir instruções pré-definidas. Em operações normais, realiza-se manobras programadas ou de urgência para a liberação de equipamentos nas subestações. Em perturbações do sistema o operador deve seguir informações para energizar uma maior parcela possível das cargas afetadas no menor tempo.

Na operação em tempo real, o operador do sistema deve analisar cenários e tomar decisões seguras e rápidas (FARIA, 2009; LOVEDAY *et al.*, 2013) para reduzir ou erradicar a falta de energia, por meio de telecomandos ou orientação de execuções de manobras de recomposição do sistema. Sua função é manter o funcionamento do sistema, garantindo a confiabilidade e a qualidade (ONS, 2012a; ONS, 2012b).

Na pós-operação, as ocorrências são analisadas detalhadamente e elabora-se relatórios. O objetivo é conhecer as causas das situações que mais incidem sobre o sistema e evitar que ocorram novamente pelo mesmo motivo. Caso ocorram deve-se restabelecer o sistema rapidamente.

Observa-se que a atividade de operação é complexa e exige uma gama de responsabilidades dos técnicos envolvidos (ANDRADE, 2012). Em 1986, o *Yorking Group of Operators Training* (WG78-4, 1986) delimitou os seguintes objetivos a serem atingidos por operadores de SEPs: fornecimento ininterrupto de energia, atingir custos mínimos de produção, economia no intercâmbio de operações, segurança do sistema e pessoal de campo, fornecimento de energia sem danificar os equipamentos e manutenção coordenada. WG78-4 (1986) e Albuyeh (2010), ainda, debateram uma série de problemas típicos desta área no que tange às dificuldades para treinar e desenvolver competências em indivíduos e equipes: grande crescimento da demanda de energia, escassez de recursos, trabalho intensivo, carência de programas universitários de capacitação abrangente, limitações de tecnologias de simulação (não previsão de interações entre operadores, desconsideração de fatores de comunicação, tempo maior de resposta do que o necessário em situações reais, sistemas estáticos e pouco realísticos) e maior atenção ao desenvolvimento de simuladores do que aos aspectos educacionais da capacitação.

O fato dos SEPs operarem e interagirem em estruturas de decisão descentralizadas e o crescimento dos mercados de energia requerem o desenvolvimento de uma infraestrutura sofisticada (VALE *et al.*, 2005;

AL-AGTASH, 2013; VIGNOCHI *et al.*, 2015). Sob condições de emergência, os operadores de salas de controle podem ficar expostos a altos níveis de estresse, tendo o seu conhecimento e experiência prejudicados no momento de decidir (DONG; LI 2011). Estas situações demandam a criação de sistemas computadorizados de avançada tecnologia para garantir a performance eficaz (GUTHRINE; PARIKH, 2004; FLASPOLER *et al.*, 2009; AL-AGTASH, 2013).

Entretanto, os operadores passaram a ocupar um papel ativo no controle do desempenho de SEPs, sendo exigidos a exercer um raciocínio diagnóstico (LOVEDAY *et al.*, 2013). Isto implica no fato de que operadores necessitam desenvolver habilidades cognitivas específicas para antecipar ou prever eventos por meio de expertise acumulada. Um fator complicador é que muitos operadores podem deixar de avançar em suas competências, apesar do acúmulo de experiência profissional e prática ao longo dos anos (LOVEDAY *et al.*, 2013). Desta forma, há que se diferenciarem indivíduos experientes dos novatos e, ainda, daqueles competentes para operar em situações de controle de SEPs em tempo real. Além disso, o uso de interfaces virtuais nem sempre é familiar aos operadores mais experientes, uma vez que estão mais adaptados a interagirem em situações concretas (BRANAGHAN *et al.*, 2011). Planejar sistemas de controle computadorizados familiares à estrutura de conhecimento destes operadores torna-se um desafio necessário.

Outro problema, diz respeito a definir quais informações devem ser incorporadas nas capacitações de operadores, uma vez que foi identificado em experimentos que estes se utilizam de habilidades desconhecidas para tomar decisões (BLACKMAN; NELSON, 1988). Muitas vezes, operadores tomam decisões mais rápidas e assertivas sem o apoio de sistemas de informação. Esta situação agrava-se pelo fato de que a base de conhecimento necessário para a tomada de decisão é grande demais, dificultando o processamento da informação sob pressão de tempo (FINDLER *et al.*, 1992).

A *North American Electric Reliability Corporation* (NERC, 2014) é o órgão norte-americano responsável pela confiabilidade do SEP norte-americano, bem como pela capacitação e certificação dos seus mais de 6000 operadores. O NERC é uma entidade sem fins lucrativos, que atua nos Estados Unidos da América, Canadá, em parte do México e está sujeita à *Federal Energy Regulatory Commission* (FERC). Em suas capacitações aborda temas como tensão, potência, proteção, controle e confiabilidade do sistema, baseando-se em testes por simulação (NERC, 2012).

No Brasil, não há um modelo padronizado de construção de programas de capacitação para a área de operação (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). As capacitações disponíveis para os operadores do SEB, conforme o modelo do Operador Nacional do Sistema (ONS,) são baseadas em estudos teóricos sobre instruções de operação (IOs), diagramas geoeletricos, algumas visitas técnicas e simulação da recomposição do sistema (RO-MP.BR.03; MOREALE, 2007). A avaliação é feita através de processo de certificação, de cunho teórico, baseada nos estudos IOs, somado a conhecimentos sobre a rede e procedimentos de eletrotécnica (RO-MP.BR.04).

O operador precisa tomar decisões rápidas mesmo sendo portador de um conhecimento parcial e muitas vezes impreciso ou inconsistente sobre a situação real e de emergência (FINDLER *et al.*, 1992; FARIA *et al.* 2011; VITORIO *et al.*, 2012). O processamento contínuo de informações, a alta exigência de concentração, memorização e raciocínio lógico pode gerar fadiga, impactando negativamente na saúde do trabalhador e no seu desempenho (VITORIO *et al.* 2012).

Segundo *Government of Índia* (2002), pouca ênfase é dada aos aspectos comportamentais nas capacitações de operadores de SEPs. É preciso desenvolver o sentimento de pertença à organização, desenvolver interesses pessoais, buscar mudanças de atitudes para atender as demandas do setor energético. Programas de formação por meio de técnicas como jogos de empresas e aconselhamento podem ser utilizados para apagar lacunas de desempenho. Além disso, as capacitações devem incluir atividades rotineiras, distúrbios ocasionais, situações de emergência ou imprevistos que ameassem a operação segura do sistema (VALE, 2000; HOCKEY *et al.*, 2007). Este panorama mostra a necessidade de executar capacitações periodicamente para dotar os operadores com as competências necessárias em uma ampla gama de condições operacionais.

O Quadro 1 sintetiza os problemas relacionados às operações em tempo real conforme as publicações citadas neste item.

Problemática	Referências citadas
Sistema elétrico é operado com interações em estrutura de decisão descentralizada, requer o desenvolvimento de infraestrutura sofisticada, exige alta responsabilidade dos operadores e execução de instruções para segurança, manutenção e economia.	WG78-4, 1986; VALE <i>et al.</i> 2005; ANDRADE, 2012; ONS 2012a; ONS, 2012b; AL-AGTASH, 2013; VIGNOCHI <i>et al.</i> , 2015
Crescimento da demanda de energia; Escassez de recursos; Trabalho intensivo; Carência de programas de capacitação abrangentes; Limitações de tecnologias de simulação; Maior atenção ao desenvolvimento de simuladores do que aos aspectos educacionais.	WG78-4,1986; ALBUYEH, 2010
Ausência de um modelo padronizado de programas de capacitação para a área de operação de sistemas de potência no Brasil.	CUKALEVSKI <i>et al.</i> , 2012
Níveis de estresse elevados; Condições de emergência; Papel ativo no diagnóstico e controle de sistemas elétricos; Análise de cenários; Tomada de decisões rápidas; Alta exigência de concentração; Fadiga	FINDLER <i>et al.</i> , 1992; FARIA, 2009; DONG; LI 2011; FARIA <i>et al.</i> , 2011; VITORIO <i>et al.</i> , 2012; LOVEDAY <i>et al.</i> , 2013
Demanda por sistemas computadorizados de avançada tecnologia para garantia de performance; Interfaces virtuais nem sempre são amigáveis aos operadores mais experientes.	GUTHRINE ; PARIKH, 2004; FLASPOLER <i>et al.</i> , 2009; BRANAGHAN <i>et al.</i> , 2011; AL-AGTASH, 2013
Operadores podem deixar de adquirir competências apesar de sua experiência profissional.	LOVEDAY <i>et al.</i> , 2013
Uso de habilidades desconhecidas para tomar decisão;	BLACKMAN; NELSON, 1988; FINDLER <i>et al.</i> , 1992; VALE, 2000;

Problemática	Referências citadas
Base de conhecimento para tomada de decisão é muito vasta; Falta de inclusão concomitante de atividades rotineiras, distúrbios e emergências nas capacitações.	HOCKEY <i>et al.</i> , 2007; VITORIO <i>et al.</i> , 2012
Base das capacitações é técnica, por simulações e deixa em aberto questões comportamentais.	GOVERNMENT OF INDIA ,2002; MOREALE, 2007; NERC, 2012; NERC, 2014; RO-MP.BR.03; RO-MP.BR.04

Quadro 1 – Problemática do trabalho de operação em tempo real
Fonte: Autor.

O conjunto de problemáticas típicas das operações em tempo real pode ser tomado em avaliação para selecionar as reais necessidades de capacitação dos profissionais da área especialmente no setor elétrico. A seguir, será realizada uma revisão sobre as principais técnicas que visam levantar tais necessidades para, posteriormente, serem trabalhadas por meio de técnicas de capacitação.

2.5 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES PARA CAPACITAÇÃO DE EQUIPES DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL

A avaliação de necessidades, o desenvolvimento de objetivos, a criação de uma agenda, o desenvolvimento de instruções e a avaliação dos resultados da aprendizagem são componentes fundamentais em qualquer programa de capacitação (CHO, 2009). Tais elementos podem contribuir com a construção de técnicas que facilitem o aprendizado necessário ao bom desempenho operacional.

Segundo Al-Ajlouni *et al.* (2010) uma avaliação das habilidades e conhecimentos dos colaboradores deve ser realizada antes da formulação do programa de capacitação. Esta avaliação é necessária para que se possa verificar o quanto os colaboradores são competentes para atingir as metas e objetivos da organização, identificar gaps e desenvolver os pontos necessários ao melhor desempenho (CHANDLER, 2000; ABERNETHY *et al.* 2005; AL-AJLOUNI *et al.*, 2010).

Programas de capacitação devem ser concebidos de modo a proporcionar oportunidades de aprendizagem que são eficazes e eficientes frente às demandas e pressões do ambiente de trabalho (AL-AJLOUNI *et al.*, 2010). Isto ocorre no sentido de realizar mudanças nos padrões de

comportamento dos colaboradores que sejam posteriormente avaliadas de acordo com as necessidades levantadas.

Uma das técnicas mais utilizadas para o levantamento de necessidades e planejamento de programas de capacitação é a sistemática *System Approach to Training – SAT* (SMITH *et al.*, 1985; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING, 1994; DICK *et al.*, 2004). A PJM (PJM 2014), operador do sistema regional norte-americano e uma das empresas mais reconhecidas no mundo em capacidade de operação e capacitação de operadores de SEPs segue as normas estabelecidas pela NERC (2014), as quais se baseiam na aplicação da *SAT* para estabelecer um programa de capacitação. A sistemática é dividida em cinco fases: análise, planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação.

É na fase de análise que são identificadas as necessidades de capacitação, além de verificar se está havendo algum problema operacional que possa ser corrigido por meio de capacitação. Após, determinar que a capacitação seja realmente necessária é preciso analisar que tipo de capacitação deve ser empregada. As funções a serem executadas para a realização de um trabalho são identificadas e listadas. As etapas necessárias para cumprir uma determinada função são analisadas. E, caso haja tarefas de alta complexidade estas devem ser reduzidas a tarefas menores. Estando as tarefas listadas são identificados os conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para realizar a tarefa com êxito. As tarefas devem ser separadas por dificuldade, importância e frequência com que são realizadas. Este processo ajuda a determinar qual capacitação é requerida para realizar determinada tarefa. Esta caracterização das tarefas ajuda a determinar ainda quais delas demandam capacitação contínua. O resultado do processo de análise é a lista de tarefas necessárias para realização de uma função e seus respectivos conhecimentos, habilidades e atitudes.

Uma técnica e uma ferramenta são fundamentais durante o processo de análise das necessidades de capacitação:

- a) *Job Analysis (JA)*
- b) *Job Task Analysis (JTA)*

As necessidades de capacitação são determinadas pela seleção de tarefas para capacitação. As tarefas são selecionadas com base em dados referentes aos critérios relativos a cada tarefa. Um subproduto deste processo é a determinação da organização responsável pela configuração

e condução da capacitação atribuído a cada tarefa (U.S. MARINE CORPS, 2004).

Nas etapas seguintes (planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação) será formulado o programa, aplicado a capacitação propriamente dito e realizada sua respectiva avaliação em relação às necessidades levantadas na fase inicial. A seguir relata-se brevemente cada uma destas fases, com vistas a compreender a sistemática com um todo.

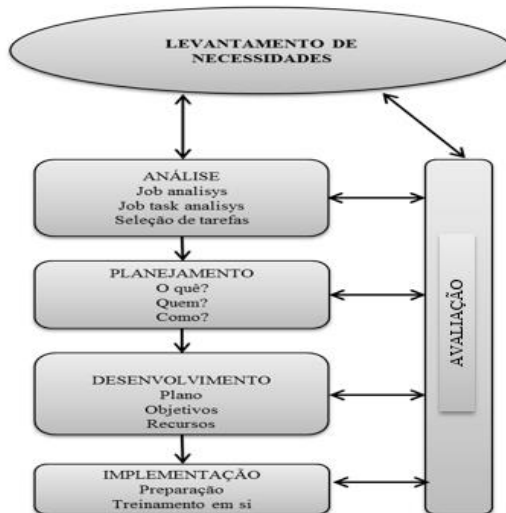
A etapa do planejamento é de tomada de decisão. Pode ser dividida em quatro importantes atividades: decidir o que será ensinado, para quem e de que maneira a capacitação será executada; definir a metodologia; definir como será avaliado o aprendizado da equipe treinada e, elaborar um plano de testes para verificar se o conteúdo foi efetivamente apreendido.

Na fase de desenvolvimento o planejamento da capacitação é colocado em prática e o material é preparado. Este material deve incluir o plano de desenvolvimento, os objetivos e os recursos a serem utilizados na capacitação.

A implementação consiste no momento em que a capacitação é realizada. Apesar de ser conhecida como a capacitação em si, é consequência das fases anteriores. Esta etapa envolve desde as atividades que os instrutores e o pessoal de apoio devem executar, até a aplicação da análise, concepção, desenvolvimento e a utilização de materiais didáticos.

Apesar de ser identificada como a última fase do processo, a avaliação da capacitação é realizada durante todo o desenvolvimento, de maneira a identificar se o que está sendo feito esta coerente com o objetivo inicial. Deve ser avaliado se houve melhora no desempenho da equipe e se a capacitação foi importante para a organização. Neste processo deve ser identificado o que pode ser agregado à capacitação de maneira a melhorar o desempenho na execução da tarefa. Assim, segue um novo levantamento de necessidades de capacitação para realimentação do processo. A Figura 8 mostra a sistemática *SAT* como uma técnica que apresenta recursos de levantamento de necessidades para o desenvolvimento e a implantação de capacitações de equipes em tempo real.

Figura 8 – Levantamento de necessidades para a capacitação conforme a *System Approach to Training (SAT)*



Fonte: Adaptado de U.S. Department of Labour (2012)

Instrumentos de avaliação psicológica adaptados para análise de competências no ambiente de trabalho podem ser úteis na análise de perfil de operadores. Testes de inteligência, personalidade, anamneses e entrevistas psicológicas podem auxiliar no diagnóstico das condições mentais de iniciantes e operadores experientes para o exercício das atividades de controle de SEPs (CUKALEVSKI *et al.*, 2012).

A avaliação no ambiente de simulação pode ser fiável, pois está próxima da realidade de trabalho. A complementação com escalas psicológicas de tomada de decisão e habilidade de comunicação, por exemplo, pode anular a possível interferência subjetiva do avaliador. Diversas medidas podem produzir um resultado global mais válido e confiável que uma única medida (CUKALEVSKI *et al.*, 2012).

A partir dos pontos discutidos neste item, observa-se que as capacitações de equipes de operadores em tempo real necessitam ser planejadas, desenvolvidas, implementadas e avaliadas constantemente conforme as necessidades e requisitos das tarefas a serem executadas. O Quadro 2 sintetiza os principais componentes e técnicas de levantamento de necessidades para capacitação abordadas nas publicações citadas neste item.

Técnicas e ferramentas de levantamento de necessidades para capacitação	Referências citadas
Avaliação de necessidades; Desenvolvimento de objetivos; Criação de agenda; Desenvolvimento de instruções; Avaliação de resultados; Avaliação de habilidades e conhecimentos dos colaboradores; Identificação de <i>gaps</i> ; Promoção de aprendizagem; Determinação da configuração e condução da capacitação.	CHANDLER, 2000; U.S. MARINE CORPS, 2004; ABERNETHY <i>et al.</i> , 2005; CHO, 2009; AL-AJLOUNI <i>et al.</i> , 2010
<i>System approach to training</i> (SAT)	SMITH <i>et al.</i> , 1985; U.S. DEPARTMENT OF ENERGY TRAINING, 1994; DICK <i>et al.</i> , 2004; PJM, 2014; NERC, 2014.
<i>Job analysis</i> (JA)	U.S.A. MARINE CORPS, 2004
<i>Job task analysis</i> (JTA)	U.S. DEPARTMENT OF LABOUR, 2012
Instrumentos de avaliação psicológica.	CUKALEVSKY <i>et al.</i> , 2012

Quadro 2 – Técnicas e ferramentas de levantamento de necessidades para capacitação

Fonte: Autor

Tendo sido levantadas as necessidades para capacitação, pode-se partir para a identificação das técnicas que visam treinar os operadores segundo as mesmas. É o que mostra o próximo item da revisão bibliográfica.

2.6 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE CAPACITAÇÃO DE EQUIPES DE OPERAÇÃO EM TEMPO REAL

O desenvolvimento e a capacitação de pessoas promovem a aquisição de novos conhecimentos e tecnologia, construção de cultura e aperfeiçoamento de pessoal para a melhoria do desempenho organizacional (BARZEGAR; FARJARD, 2011). A capacitação precisa ser desenvolvida por meio de treinamentos planejados para trazer a

desejada alteração de conhecimentos, habilidades, capacidades e atitudes dos profissionais.

Dentre as competências específicas requeridas às operações em tempo real encontram-se o domínio cognitivo para resolução de problemas, habilidades e capacidades de simulação e avaliação de situações diversas, além de velocidade e precisão na tomada de decisão em tempo real (CHAUVIN *et al.*, 2009). Al-Ajlouni *et al.* (2010), listaram um conjunto de técnicas utilizadas para fins do desenvolvimento de competências: *On-the-job-training*, Demonstração, *Job instruction*, *Vestible training*, *Apprenticeship*, *Coaching*, *Job rotation*, Palestras e conferências, *Syndicate*, Simulação, *role playing*, *Syndicate*, Jogo de gerenciamento, Treinamento de sensibilidade, Análise Transacional e Desenvolvimento organizacional.

O *On-the-job training* (OJT) é uma técnica utilizada para a capacitação de pessoas devido à importância crescente do conhecimento e habilidades para o mercado de trabalho (OCDE, 2003). O OJT pode ser um reforço da aquisição de competências de trabalho (DE JONG, 1996). Como uma técnica estruturada de capacitação, o OJT é um processo de transferência de conhecimentos e habilidades para uma tarefa específica dentro de um ambiente de trabalho (JACOBS *et al.*, 1992).

A determinação de como cada objetivo de treinamento “*on-the-job*” será ensinado deve basear-se em três elementos: (1) tipo de aprendizagem necessária, (2) as exigências sensoriais, e (3) meios de comunicação ou método de acordo com disponibilidade e praticidade. Após, deve ser determinado como a *training instruction* será realizada.

De acordo com Smith (1985), uma base considerável de informação e orientação foi desenvolvida por tecnólogos instrucionais a respeito dos métodos e meios de comunicação adequados para vários tipos de aprendizagem. As alternativas para a capacitação de equipes de operadores de SEPs incluem: palestras, *workshops*, auto estudo (supervisionado ou sem supervisão), simulação, demonstração, atividades de campo e viagens.

Os simuladores para treinamento de operadores de sistemas em tempo real constituem-se na principal técnica de capacitação destas equipes (DROZDOWICZ *et al.*, 1985; BOSE, 1989; VALE, 2000; SEIFI; SEIFI, 2002; SILVA *et al.*, 2009). Aplicações práticas de capacitação com simulação e realidade virtual são encontradas na área de defesa, medicina serviço e segurança (SCHRAAGEN *et al.*, 2010; KI, 2011; DOUMOURAS *et al.*, 2012). Ambientes de simulação contribuem com a formação e o desenvolvimento de competências de equipes de operadores

(ALVES; RIBEIRO JR., 2011). O simulador permite reproduzir o comportamento real de um SEP variando no tempo, respondendo às ações dos operadores, às mudanças que possam ocorrer nas condições operativas e aos eventos de cenário do sistema (BOS, 1989; FOLEY, 1990; WAIGHT, 1992; SILVA *et al.*, 2001; FARIA *et al.* 2011).

Um simulador auxilia o operador a se preparar para estas situações e respondê-las da melhor forma possível (SILVA *et al.*, 2001). A simulação reproduz manobras operativas locais, possibilita tratativas com outros agentes, centros de regulação e testes de eficácia de resposta a situações de tomada de decisão (CHAUVIN *et al.*, 2009; DAMETTO, 2009; MACEDO, 2010).

O operador de sistemas pode passar muito tempo sem se confrontar com situações críticas, já que estas não são frequentes. Com o aumento da confiabilidade dos SEPs, o número de incidentes que demandam a intervenção do operador diminuiu (FARIA *et al.*, 2009). Em um estudo realizado em uma empresa de energia do Brasil (DAMETO, 2009), foram registradas as ocorrências emitidas por operadores entre os anos de 2006 e 2008, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Registros de Ocorrências

Frequência	2006	2007	2008
Registros emitidos	519	577	530
Média anual por operador	3,15	3,14	2,91

Fonte: Adaptado de Dameto (2009).

Avaliando as médias expostas na Tabela 6, estima-se que cada operador presenciará uma ocorrência a cada quatro meses, aproximadamente. Os dados confirmam a baixa frequência das situações críticas, tais como aquelas que demandem o desligamento de alguma estação de energia. A baixa frequência de situações críticas e eventos inesperados pode ser um fator que prejudique a atualização dos operadores, tendo em vista que a expertise pode ser adquirida por repetição de situações em contextos diferentes em curtos espaços de tempo (NUUTINEN, 2005). Outro aspecto relevante para esta situação é que diversas gerações de operadores podem enfrentar-se com diferentes tecnologias de controle de sistema, demandando-lhes novas competências para realizarem suas tarefas (NUUTINEN, 2005; ANDRADE, 2012).

A capacitação eficiente produz operadores atualizados e seguros para realizar tarefas e manobras, independentemente da frequência com que elas ocorram (SILVA *et al.*, 2009). As causas de erros de tomada de decisão podem ser identificadas nas capacitações, bem como podem servir para modificar rotinas e evitar erros futuros (REASON, 1990).

O conhecimento adquirido por operadores mais experientes pode ser transferido aos estagiários por meio de sessões de simulação baseadas em estudos de casos enfrentados no passado (BRONZINI *et al.*, 2010). Os *Operator Training Simulators* (OTS) fornecem uma plataforma única onde grupos de peritos podem interagir e transferir seu conhecimento criando protocolos comuns, ao mesmo tempo em que permitem implantar um tutor virtual alimentado com as experiências eficazes de decisão para autoaprendizagem dos formandos. Os OTS melhoram a performance dos *trainees*, auxiliam na redução da complexidade do processo de tomada de decisão e aumentam a segurança do sistema (BRONZINI *et al.*, 2010)

Um modelo exemplar de incorporação de ferramentas de capacitação de rotina e desempenho humano para redução de erro nas atividades da sala de controle é dado pela PJM (2014). Incluem estudos de caso e exercícios para o desenvolvimento dos seguintes aspectos cognitivos: questionamento de atitudes (perguntas sobre o que fazer para aprender e produzir melhores resultados), métodos de checagem e verificação de pensamentos e ações para melhorar a concentração na tarefa, desenvolvimento de comunicação eficaz, frequência de uso e adesão a procedimentos vinculados à memória do operador e mudanças efetiva do volume de atribuições e responsabilidades com transferência programada de atribuições entre postos de trabalho.

A *European Network of Transmission System Operators for Electricity* - ENTSO-E (ENTSO-E, 2014), a associação de redes de transporte de energia na Europa (*European Transmission System Operators* - TSOs), mantém uma escola de formação para operadores, *ENTSO-E Academy*. Seus principais objetivos são manter a formação integrada dos *TSOs*, apoiar a formação inicial dos operadores e manter seu nível de conhecimento e habilidades atualizados. O simulador é a ferramenta principal utilizada pela *ENTSO-E Academy* (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). Outras atividades são *workshops* com o objetivo de viabilizar o compartilhamento de experiências e boas práticas, promover o apoio mútuo para formação e soluções técnicas, introduzir novos conceitos e ferramentas além de criar *networking* entre os instrutores (CUKALEVSKI *et al.*, 2012; ENTSO-E, 2014).

Soluções eficazes para os problemas operacionais de um SEP também podem ser treinadas por meio de um Sistema de Tutoria Inteligente - STI (SEIFI; SEIFI, 2002). Durante o processo de aprendizagem o STI simula uma situação anormal em tempo real, isto é, fora do limite de valores ou por taxas indevidas de mudanças. O problema é analisado conforme uma “base de conhecimento”. Mensagens de advertência adequadas juntamente com ações corretivas recomendadas aparecem em janelas separadas. O operador procura solucionar o problema e pode ser ou não orientado por um instrutor.

Outras experiências com sistemas inteligentes *e-learning* são citadas na literatura. As capacitações *on-the-job* têm incorporado técnicas baseadas em sistemas inteligentes para atender às novas necessidades de formação em ambientes de trabalho (CHANDLER, 2000). Esses sistemas destacam-se por serem flexíveis quanto à criação de cenários, realização de testes, ensaios e experimentos, bem como oportunizam desafios semelhantes às situações reais do trabalho (CHANDLER, 2000; CAO *et al.*, 2004).

A tecnologia da informação tem sido incorporada em laboratórios de aprendizagem para capacitação *on-the-job*, tornando a experiência no trabalho compartilhada entre os participantes por meio da cooperação (BILLS, 2008). Ambientes virtuais de aprendizagem são utilizados para superar fraquezas da capacitação *on-the-job*, tais como: alto custo e limitações em relação à conexão da capacitação com o contexto real de trabalho (GOULDING *et al.*, 2012). Os cenários projetados nestes ambientes permitem a simulação de situações imprevistas, experimentar e refletir sobre as consequências de decisões equivocadas e suas implicações durante o processo de aprendizagem (CHANDLER, 2000; CAO *et al.*, 2004; BILLS, 2008; GOULDING *et al.*, 2012).

A *E-Learning* é altamente difundida entre as organizações. No ano de 1998, foram gastos US\$ 12 bilhões em treinamento on-line nos Estados Unidos (BURGESS, 2003). Segundo a *American Society for Training and Development* (ASTD, 2002) 8.8% das capacitações realizadas nas organizações são feitas na modalidade de *e-learning*. Dentre as suas vantagens estão: superação de limites de fronteiras de espaço e tempo, variedade de conteúdo, rapidez e renovação da informação, interatividade e simplificação do acesso (BURGESS, 2003; CHANG, 2010; JIONG; YUNGI, 2011; BATALLA-BUSQUETS; PACHECO-BERNAL, 2013). Chang (2010) argumenta que *e-learning* incorpora elementos da capacitação *on-the-job*, destacando-se pelo ambiente ser gerenciado pelo próprio aprendiz, aumentando a competitividade da empresa em um ambiente em rápida mudança. Batalla-Busquets e Pacheco-Bernal (2013),

ainda, encontraram que *on-the-job e-learning* é mais benéfica que a capacitação pessoal em situações onde há uma grande semelhança entre a situação de aprendizagem e o trabalho, onde se desenvolve uma carreira, onde a presença da tecnologia da informação é diária e onde há necessidade de atualização constante dos conteúdos.

Também é possível encontrar alternativas para capacitação *on-the-job* por meio de multimétodos. Abernethy *et al.* (2005) propôs um método de mapeamento de desempenho baseado no conhecimento de especialistas que controlam tarefas operacionais centrais. Para tanto, utilizou-se dos seguintes métodos: análise computadorizada, análise etnográfica e mapeamento interativo pelos participantes. Estas três abordagens foram trianguladas para a análise dos dados, dando origem a um mapa de desempenho causal. A principal contribuição do estudo é o desenvolvimento de uma abordagem onde especialistas executam processos complexos e os resultados são difíceis de quantificar. Observa-se, ainda, o valor do mapeamento cognitivo para a extração do conhecimento tácito entre os especialistas, capaz de favorecer o controle de gestão em organizações por meio de relações causais entre a gama de conhecimentos a serem treinados e difundidos (ABERNETHY *et al.*, 2005).

Os métodos para o desenvolvimento de capacitações *on-the-job*, são orientados para a perspectiva da tecnologia do desempenho humano com ênfase na resolução de problemas de desempenho distintas usando análise de tarefas e instrução direta (DE JONG, 1996). Em geral, a aprendizagem ocorre através da experiência no local ou reproduzindo situações reais do trabalho onde a prática e a reflexão influenciam-se mutuamente. Apesar de focarem com maior intensidade em questões técnicas, tendem a ser avaliados quanto aos aspectos cognitivos e psicológicos implicados em resultados esperados (NUUTINEN, 2005; ARROYO-FIGUEROA *et al.*, 2006; CHAUVIN *et al.*, 2009; LOVEDAY *et al.*, 2013).

O Quadro 3 sintetiza as técnicas de capacitação de equipes de operação em tempo real com as respectivas publicações citadas neste item.

Técnicas e ferramentas de capacitação	Referências citadas
Demonstração; <i>Job instruction</i> ; <i>Vestible Training</i> ; <i>Apprenticeship</i> ; <i>Coaching</i> , <i>Job rotation</i> ; Simulação; Palestras e conferências; <i>Syndicate</i> ; <i>Roleplay</i> ; <i>Mangement Game</i> ; <i>Sensibility Training</i> ; Análise Transacional, Desenvolvimento organizacional.	AL-AJLOUNI <i>et al.</i> , 2010
<i>On-the-job training</i> (OJT)	JACOBS <i>et al.</i> , 1992; DE JONG, 1996; OCDE, 2003; AL-AJLOUNI <i>et al.</i> , 2010.
Palestras; <i>Workshops</i> ; Auto estudo supervisionado ou sem supervisão, Demonstração; Atividades de Campo e Viagens.	SMITH, 1985
Simuladores.	DROZDOWICZ <i>et al.</i> , 1985; SMITH, 1985; BOSE. A 1989; FOLEY, 1990; WAIGHT, 1992 ; CHANDLER, 2000; SILVA <i>et al.</i> , 2001; SEIFI; SEIFI, 2002; CAO <i>et al.</i> , 2004; BILLS, 2008; CHAUVIN <i>et al.</i> , 2009; DAMETTO, 2009; SILVA <i>et al.</i> , 2009; BRONZINI, <i>et al.</i> , 2010; MACEDO, 2010; SCHRAAGEN <i>et al.</i> , 2010; FARIA <i>et al.</i> 2011; ALVES; RIBEIRO JR., 2011; KI, 2011; DOUMOURAS <i>et al.</i> , 2012 GOULDING <i>et al.</i> , 2012; ENTSO-E, 2014.
Ferramentas de capacitação de rotina e desempenho humano (exercícios e estudos de caso) em aspectos cognitivos para desenvolver: questionamento de atitudes, checagem, comunicação, adesão a procedimentos, transferência de atribuições.	PJM , 2014.
<i>Workshops</i> com ênfase no compartilhamento de experiências.	ENTSO-E, 2014.

Técnicas e ferramentas de capacitação	Referências citadas
<i>E-learning.</i>	CHANDLER, 2000; ASTD, 2002; BURGESS, 2003; CAO <i>et al.</i> , 2004; BILLS, 2008; CHANG, 2010; JIONG; YUNGI, 2011; BATALLA-BUSQUETS; PACHECO-BERNAL, 2013.
Mapeamento cognitivo.	ABERNETHY <i>et al.</i> , 2005

Quadro 3 – Técnicas e ferramentas de capacitação de equipes de operação em tempo real.

Fonte: Autor

Neste capítulo resumiu-se a estratégia de elaboração do referencial teórico e discutiram-se os principais problemas envolvidos no trabalho de operações em tempo real, enfocando os SEPs, as principais ferramentas de levantamento de necessidades e de capacitação de equipes de operação em tempo real.

Os principais problemas referem-se a: questões relativas à infraestrutura dos SEPs, variação da demanda de energia, complexidade da rede, necessidade de adequação de simuladores às competências a desenvolver, à exposição ao estresse, à obsolescência das habilidades para agir em tempo real, dentre outros. As técnicas mais utilizadas para levantar necessidades para capacitação tendem a focar a execução de funções e tarefas sem levar em consideração o contexto onde as mesmas serão executadas. As ferramentas principais para capacitar as equipes tendem a atribuir maior importância às competências técnicas, deixando a desejar, embora exista uma variedade considerável de dispositivos disponíveis, quanto aos aspectos psicológicos e comportamentais.

Embora os estudos sobre o tema desta pesquisa não sejam recentes, o principal foco das publicações que compuseram o portfólio do referencial teórico é o desenvolvimento de *softwares* de simulação de eventos rotineiros. Urgências e emergências são situações que envolvem incerteza e estas expõem as equipes de operação a altos níveis de estresse e outros problemas emocionais que demandam prevenção e avaliação prévia para atender as necessidades do cargo.

A simulação pode ser utilizada para a análise de competências técnicas e de comportamento. Porém, há uma carência de maior investimento em pesquisa e aplicação de técnicas de análise e

desenvolvimento de competências comportamentais na área de operação de SEPs.

As teses desenvolvidas no Brasil, embora tangenciem o tema deste estudo não abordam um método aplicado ao SEB. A utilização de ferramentas já consolidadas na área de operações em tempo real pode excluir as particularidades das diferenças entre países, embora a área seja normatizada no mundo inteiro quanto à operação de SEPs.

Estes, dentre outros problemas identificados na revisão bibliográfica, permitem inferir a necessidade de desenvolver um método para elaborar programas de capacitação para equipes de operação em tempo real do SEB. A seguir são exibidos os procedimentos metodológicos para atingir o objetivo principal desta pesquisa.

3 METODOLOGIA

Este capítulo trata da classificação da pesquisa e descreve os procedimentos metodológicos adotados na investigação para cumprir com os objetivos geral e específicos deste relatório de pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à finalidade, o presente estudo é uma pesquisa aplicada, uma vez que é motivado pela solução de um problema concreto, prático e operacional (ZANELLA, 2009; MIGUEL *et al.*, 2012). Agregou elementos para desenvolver um método para programas de capacitação de equipes de operação em tempo real, visando a melhoria no enfrentamento de problemas característicos desta atividade.

Quanto ao método e à forma de abordar o problema, considera-se que a pesquisa seja qualitativa (MIGUEL *et al.*, 2012), pois explicou como construir um método para programas de capacitação de equipes de operação em tempo real para empresas de energia do SEB. Esse tipo de análise tem por base conhecimentos teóricos e empíricos que permitem atribuir-lhe cientificidade (ZANELLA, 2009; RICHARDSON, 2007). A preocupação básica é o mundo empírico e o seu ambiente natural (ZANELLA, 2009), neste caso as equipes de operação em tempo real de empresas de energia elétrica do SEB. Neste estudo, a pesquisa qualitativa consistiu em um agrupamento de práticas materiais e interpretativas, tais como, notas de campo, entrevistas, registros fotográficos e observações para estudar fenômenos e entendê-los em termos de significados (DENZIN *et al.*, 2007).

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é exploratória e descritiva (ZANELLA, 2009). Primeiramente, ampliou-se o conhecimento sobre o tema estudado e, posteriormente, desenvolveu-se um método. Entenderam-se os problemas típicos enfrentados pelas equipes de operação e descreveu-se um método para treiná-las.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, o estudo envolveu pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo (GIL, 2007). Descreveram-se as características do SEB e da área de operação no seu contexto, a problemática que envolve o trabalho de operação em tempo real, identificaram-se técnicas e ferramentas de levantamento de necessidades e capacitação a partir da consulta bibliográfica e consulta às normas internacionais relacionadas à capacitação de operadores de SEPs. Investigaram-se por meio de entrevistas, visitas, observações e análise de

documentos, a experiência de capacitação de operadores da Red Eléctrica de España, empresa pioneira e referência mundial no tema deste estudo e, no Brasil, devido à complexidade e diversidade de empresas envolvidas, investigou-se como o ONS, ELETROSUL, a COPEL GeT e a CELESC D estão propondo a capacitação de seus operadores.

O Quadro 4 mostra a classificação da pesquisa.

Critério	Classificação
Finalidade	Aplicada
Método	Qualitativa
Objetivos	Exploratória e Descritiva
Procedimento de Coleta de Dados	Pesquisa Bibliográfica, Documental e de Campo.

Quadro 4 – Classificação da Pesquisa.

Fonte: Autor.

O item exposto a seguir explica os procedimentos metodológicos realizados nesta pesquisa.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

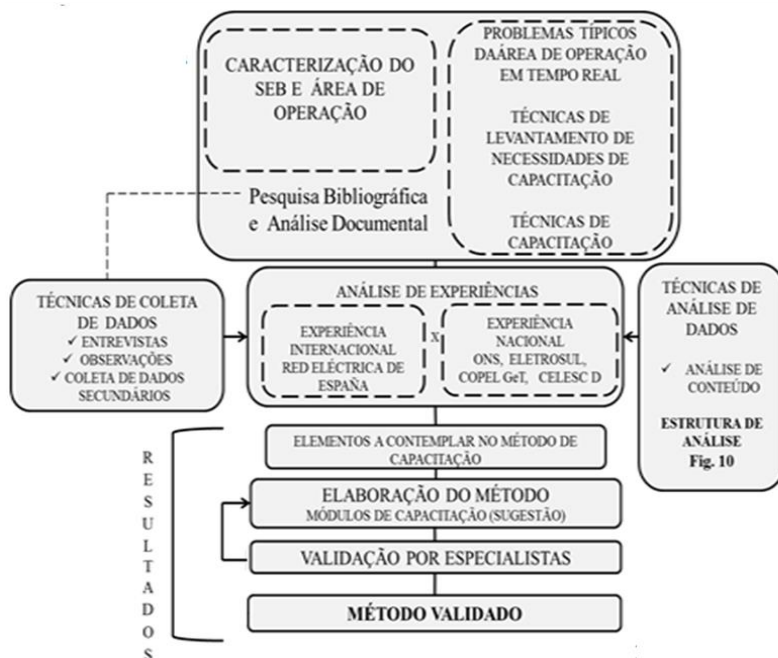
Os procedimentos metodológicos desta tese consistiram em uma sequência de passos para desenvolver um método, ou seja, um “conjunto das atividades sistemáticas e racionais” (LAKATOS; MARCONI, 2011, p.83) para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real para empresas de energia do SEB. Um método científico permite traçar o caminho a ser seguido, detectar erros e auxiliar nas decisões visando o alcance de objetivos com segurança e economia por meio de conhecimentos válidos (LAKATOS; MARCONI, 2011).

O método é inovador por propor-se a funcionar como uma matriz para elaborar programas de capacitação em conformidade com a posição hierárquica, o perfil empresarial e as competências a desenvolver nas equipes de operação do SEB. Além disso, concilia técnicas e ferramentas para envolver estes três itens e foi exposto à avaliação de especialistas qualificados na teoria e prática do tema (capacitação de equipes de operação em tempo real) e universo (SEB/SIN) da pesquisa.

Foi realizado um procedimento de validação, com o intuito de verificar o direcionamento dado por especialistas do setor elétrico aos itens do método para elaborar programas de capacitação (BRADLEY, 1993). A validação por especialistas, ou seja, técnicos, supervisores, engenheiros e gerentes de operação do SEB/SIN, contribuiu com a consolidação do resultado final. O tempo mínimo de experiência dos avaliadores é maior que o prazo mínimo para a certificação pelo ONS - 5anos > 3 anos (ver o Gráfico 8). Dados da pesquisa de campo evidenciaram que em torno de 75% dos indivíduos interrogados possuem formação profissional alinhada com a atividade em exercício (ver Gráficos 5 e 6). Estes dados contribuem com a confiabilidade do processo de validação do método. Ainda, possibilitou consolidar o desenho de uma proposta metodológica para o SEB com variáveis organizadas conforme a importância atribuída pelos especialistas.

A Figura 9 mostra os procedimentos metodológicos da presente tese.

Figura 9 – Procedimentos metodológicos.



Fonte: Autor.

Em primeiro lugar, foi realizada uma caracterização do setor elétrico brasileiro e da área de operação. Este procedimento definiu o contexto geral da pesquisa.

Em segundo lugar, foi levantada na bibliografia a problemática que envolve o trabalho de operação em tempo real, foram identificadas as técnicas e ferramentas para levantamento de necessidades de capacitação e as técnicas e ferramentas para treinar equipes de operação em tempo real. Esta etapa foi consolidada por meio de atualização e aprofundamento da revisão da literatura científica com enfoque em operação de SEPs.

A seguir, foram analisadas uma experiência internacional pioneira em capacitação de operadores de SEPs representada pela Red Eléctrica de España e a experiência brasileira representada pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), ELETROSUL – Centrais Elétricas S.A, Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL GeT) e Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. (CELESC D). Os dados foram coletados por meio de entrevistas, observações e análise de documentos.

A análise do conteúdo (BARDIN, 2011) das duas experiências foi efetuada com o apoio de uma estrutura com três categorias inspiradas na literatura contendo elementos essenciais para o cumprimento eficaz das tarefas da função de operador de controle de sistemas de eletricidade, a saber: infraestrutura de rede adequada e tecnologia avançada; formação básica do operador; processos de formação e capacitação em conformidade com os padrões internacionais.

Desta análise resultaram os elementos a serem contemplados no método de capacitação. Em seguida, o método foi elaborado e foram propostos no plano teórico os módulos do programa de capacitação.

Com vistas a ampliar a credibilidade deste estudo, o relatório de pesquisa foi validado por especialistas na área de controle de operação de sistemas de energia.

Após a etapa de validação foi mostrado, na Figura 21, o método para capacitação de equipes de operação validado por 16 especialistas qualificados e experientes na área (técnicos, supervisores, engenheiros e gerentes de operação do ONS).

A seguir serão detalhados os critérios de escolha e técnicas de coleta e análise de dados referentes às experiências de capacitação de operadores.

3.2.1 Critérios de Escolha

O processo de capacitação de operadores da *Red Eléctrica de España* foi escolhido para representar a experiência internacional. Sua escolha deve-se aos seguintes critérios:

- a) A empresa foi a primeira no mundo dedicada exclusivamente à transmissão de energia elétrica e operação de SEPs;
- b) A empresa, atualmente é líder mundial nas atividades de transmissão e operação;
- c) A empresa foi referência mundial para a liberalização de SEPs de outros países;
- d) A empresa possui um centro de formação interna que segue os princípios da *European Network of Transmission System Operators for Electricity* (ENTSO- E), a *Escuela Corporativa de Red Eléctrica* (ECRE).

No Brasil, há uma diversidade de programas de treinamento para operadores, variando de acordo com as empresas e as necessidades de atualização profissional (CUKALEVISKI *et al.*, 2012). O COSR-S foi escolhido para representar o ONS, interesse no tema da pesquisa pela gerência de operação da regional. Também foi realizada uma investigação junto à COPEL, dado o interesse da empresa em desenvolver um sistema de capacitação padronizado. A empresa opera o terceiro maior consumo de carga de energia elétrica no país, 22.922 GWh no ano de 2013 (ABRADEE, 2015). Ainda, pela receptividade foi realizada uma visita junto ao Centro de Operação do Sistema ELETROSUL (COSE), um dos mais modernos do país, equipado com aparatos e *softwares* de última geração, e outra ao Centro de Operação de Sistema (COS) da CELESC.

3.2.2 Técnicas de Coleta de Dados

Neste item são explicitadas as técnicas selecionadas para coletar os dados referentes às experiências de capacitação analisadas neste estudo.

3.2.2.1 Entrevistas

As entrevistas permitiram entender em profundidade como estão estruturados os processos de capacitação das experiências investigadas. Embora tenham sido orientadas por questões previamente elaboradas, estas fazem parte de um guia geral que permitiu ao entrevistador manter a flexibilidade para explorá-lo (LAKATOS; MARCONI, 2011). O Quadro 5 mostra o roteiro de entrevistas elaborado para explorar e descrever os processos de capacitação nas experiências investigadas frente aos objetivos e aos três eixos do referencial teórico desta tese. Este procedimento amplia a validade do construto deste estudo e qualifica a análise e conclusão (CRESWELL, 2010).

OBJETIVO	EIXO TEÓRICO	PERGUNTA
Descrever a estrutura do Sistema Elétrico Brasileiro e a hierarquia da área de operação.	Obs.: item introdutório 1.5	Não aplicável.
Identificar os principais problemas relacionados ao trabalho de operação em tempo real.	Problemática do trabalho de operação em tempo real.	Em sua opinião, quais são os principais problemas para operar o sistema?
Selecionar um conjunto de ferramentas de levantamento de necessidades para capacitação de equipes de operação em tempo real adequadas ao Sistema Elétrico Brasileiro.	Técnicas e ferramentas de levantamento de necessidades para capacitação de equipes de operação em tempo real.	Quais são as competências necessárias para o cargo de operador de sistema? Quais são as principais características do processo seletivo dos operadores na empresa? Quais as técnicas utilizadas para verificar as necessidades de capacitação dos iniciantes?

OBJETIVO	EIXO TEÓRICO	PERGUNTA
		Quais são as técnicas utilizadas para identificar necessidades de atualização dos operadores mais experientes?
<p>Selecionar um conjunto de ferramentas de capacitação de competências técnicas e comportamentais de equipes de operação em tempo real adequadas ao Sistema Elétrico Brasileiro.</p>	<p>Técnicas e ferramentas de capacitação de equipes de operação em tempo real.</p>	<p>Como ocorre o processo de capacitação dos operadores na empresa? Periodicidade, ferramentas utilizadas, plano de capacitação, avaliação...</p> <p>Quais são as competências desenvolvidas nas capacitações e quais as técnicas utilizadas?</p> <p>São desenvolvidas competências comportamentais tais como senso de equipe, segurança, rapidez de decisão?</p> <p>Há algum plano de prevenção de estresse ou controle da ansiedade?</p>
<p>Validar um método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do Sistema Elétrico Brasileiro.</p>		<p>Há um método formalizado para capacitação dos operadores na empresa? Em sua opinião, este método é adequado às necessidades da empresa e dos operadores? O método possui técnicas de avaliação vinculadas a algum processo de</p>

OBJETIVO	EIXO TEÓRICO	PERGUNTA
		certificação dos operadores? Como isto ocorre?

Quadro 5 – Roteiro de Entrevistas

Fonte: Autor.

No Quadro 6 estão distribuídos os profissionais entrevistados e, é descrita o ambiente da entrevista.

EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL			EXPERIÊNCIA NACIONAL		
Empresa	Entrevistados	Ambiente	Empresa	Entrevistados	Ambiente
<i>Red Eléctrica de España</i>	Três técnicos em recursos humanos da <i>Escuela Corporativa de Red Eléctrica de España</i> (ECRE)	Salas de capacitação da ECRE durante 4h (ANEXO A) com visita ao ambiente de simulação.	ONS	Gerente de pré-operação e tempo real do COSR-SUL.	3 reuniões (ANEXO B) para alinhamento do projeto com observação de 5 sessões de simulação de 2h cada uma.
			ELETROSUL	Quatro profissionais responsáveis pela Gerência da Divisão de Operação do Sistema	2 visitas de 1h ao ambiente de operação e capacitação (ANEXO C).

EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL			EXPERIÊNCIA NACIONAL		
Empresa	Entrevistados	Ambiente	Empresa	Entrevistados	Ambiente
			COPEL	Gerente da Divisão de Operação da Geração e Transmissão	4 reuniões para alinhamento do projeto com duração de 1h e 30min e uma visita de 2h às instalações de operação e capacitação da empresa. (ANEXO D)
				Gerente do Centro de Operação da Geração e Transmissão	
			CELESC D	Gerente da Divisão de Operação da Distribuição	
				Chefe da Divisão de Operação do Sistema de Potência.	1 visita ao ambiente de operação do sistema durante 1h. (ANEXO E)

Quadro 6 – Distribuição dos Entrevistados

Fonte: Autor.

3.2.2.2 Observação

Neste estudo, a observação de campo foi utilizada para explorar os ambientes (LAKATOS; MARCONI, 2011) das empresas visitadas as quais compuseram as experiências internacional e nacional de capacitação de operadores. Esta técnica também auxiliou a descrever as atividades exercidas pelos operadores sob a ótica de seu comportamento, entender o significado das mesmas e compreender as atividades de operação e os processos de capacitação. As observações ocorreram durante as visitas às empresas estudadas e foram considerados os seguintes elementos para orientá-las:

- a) Estrutura física do ambiente de trabalho e/ou capacitação;
- b) Comportamento dos profissionais durante as capacitações e/ ou no ambiente de trabalho;
- c) Interações entre os profissionais durante as atividades de capacitação e/ou de trabalho.

3.2.2.3 *Coleta de Dados Secundários*

Com vistas a complementar os dados de entrevistas e observações que compuseram as duas experiências analisadas explorou-se os seguintes dados secundários:

- a) Páginas da *web* das empresas estudadas;
- b) Informes e anuários de registros de atividades de operação das empresas estudadas;
- c) Normas de operação dos SEPs onde atuam as empresas estudadas;
- d) Normas de seleção e capacitação de operadores referentes às empresas estudadas.

Observa-se que a multiplicidade de fontes de evidências (entrevistas, observações e dados secundários) foi essencial para aumentar a confiabilidade dos dados coletados e a validade interna da pesquisa (MIGUEL *et al.*, 2012). A seguir é explicitado sobre as técnicas de análise de dados utilizadas na pesquisa de campo.

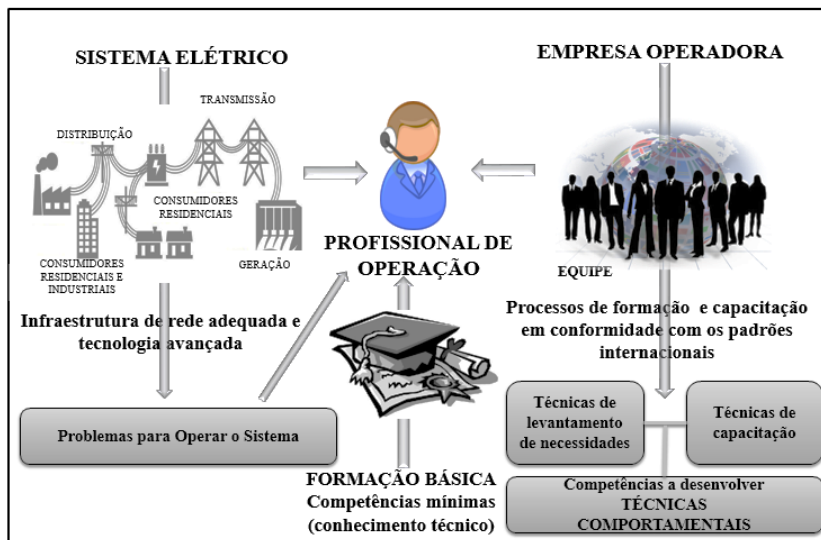
3.2.3 **Técnicas de Análise de Dados**

As experiências internacional e nacional de capacitação de operadores de SEPs foram analisadas quanto ao conteúdo (BARDIN, 2011) em relação à teoria. Foi dada ênfase à interpretação dos indivíduos pesquisados, conforme o contexto da empresa e a concepção da realidade da organização onde estão inseridos (MIGUEL *et al.*, 2012). Estes passos permitiram compreender como desenvolver o método, verificando quais os elementos a considerar para programas de capacitação, a posterior proposição do modelo e dos módulos de capacitação.

A literatura consultada para compor o referencial teórico desta tese sugeriu uma estrutura para analisar programas de capacitação de operadores oferecidos pelas empresas de energia elétrica ao redor do

mundo. É uma estrutura que pode contribuir para o desenvolvimento de programas de capacitação que permitam ao operador exercer suas funções de forma adequada às exigências do mercado de energia. Na Figura 10 está proposta a Estrutura de Análise.

Figura 10 – Estrutura de Análise



Fonte: Autor.

A seguir, são explicadas as categorias de análise da Figura 10.

a) Infraestrutura da rede e tecnologia avançada

Um SEP precisa de infraestrutura de rede adequada às condições geográficas da região de operação. Um sistema computacional de operação de tecnologia altamente avançada (por exemplo, SCADA) é condição primária para o operador desempenhar suas funções e assumir as suas responsabilidades com segurança (CUKALEVSKI *et al.*, 2012; VIGNOCHI *et al.*, 2015). Durante as operações diárias no mercado de energia, o sistema operação deve facilitar a implementação de procedimentos de restrições na rede em tempo real, de avaliação do potencial de congestionamento ou tensão e das perspectivas de futuro (CANCELO *et al.*, 2008). A análise de erros é essencial para o

funcionamento seguro e confiável do sistema sob a visão dos operadores e reguladores. Além disso, os modelos de previsão e correção de erros são ferramentas internas para desempenhar um papel de destaque na aquisição e uso do conhecimento dentro da organização (ROTHWELL; GÓMEZ, 2003). Isto leva a aprendizagem organizacional, ou seja, à capacidade de melhorar o desempenho técnico com base na experiência de pessoal qualificado na organização (ROTHWEL; GÓMEZ, 2003).

O desenho mostra à esquerda a condição primária para as atividades operacionais: infraestrutura de rede adequada com uso de tecnologia avançada. Uma rede de telecomunicações insuficiente ou precária limita as ações em tempo real e exige dos operadores maior conhecimento técnico e mais capacidade de improviso. As condições tecnológicas influenciam a segurança, a economia e a qualidade do fornecimento de energia.

Frente às condições tecnológicas é necessário também considerar a problemática específica para operar o sistema. Este pode ser de ordem de sua própria infraestrutura ou relacionado às atividades dos operadores. Neste sentido, os problemas podem estar relacionados à tecnologia em si ou à forma como os operadores lidam com a estrutura tecnológica que está a sua disposição.

b) Formação básica dos operadores

Os operadores de SEPs têm a responsabilidade de tomar decisões a fim de limitar a propagação de falhas, restaurar o sistema após uma queda de energia garantindo a segurança e reduzir os danos às instalações e pessoal (CUKALEVSKI *et al.*, 2012; VIGNOCHI *et al.*, 2014). A pressão que envolve as decisões e a complexidade tecnológica das redes de SEPs exigem formação profissional para desenvolver habilidades de análise e resolução de problemas (FARIA *et al.*, 2011; LOVEDAY *et al.* 2013; CUKALEVSKI *et al.*, 2012; VIGNOCHI *et al.*, 2014).

As competências mínimas necessárias para operar o sistema são dadas pela formação básica dos operadores. Nesta área estão os conhecimentos técnicos da educação formal que podem ser desenvolvidos e avaliados de acordo com os padrões de educação e formação. É possível que um nível de ensino adaptado às condições tecnológicas do sistema a ser operado estabeleça uma entrada de profissionais mais habilitados, resultando em economia de custos na formação inicial, na capacitação e em desempenho mais adequado às responsabilidades da profissão de operador.

- c) Processos de formação e capacitação em conformidade com os padrões internacionais

O terreno da capacitação dos agentes de operação de SEPs está amplamente padronizado com suas normativas e técnicas de desenvolvimento de competências assim como as atividades dos centros de controle. Os parâmetros para o desenvolvimento de programas de capacitação para os operadores de SEPs reconhecidos em todo o mundo são os da *North American Electric Reliability Corporation* – NERC (NERC, 2014) e da *European Network of Transmission System Operators for Electricity* – ENTSO-E (CUKALEVSKI *et al.*, 2012; ENTSO-E, 2014).

A *Personnel Performance, Training, and Qualifications (PER)* que estabelecem os requisitos formais sobre a competência do operador e sua formação segundo o NERC apresentam os seguintes conteúdos:

PER-001-0. O pessoal de operação deve ter a responsabilidade e autoridade para implementar ações em tempo real para garantir a estabilidade e a operação confiável do sistema de energia.

PER-002-0. Exige que as empresas ofereçam ao pessoal responsável pela operação em tempo real, um programa de capacitação com base nos objetivos de formação do NERC, nos padrões de confiabilidade da organização, nos procedimentos, regulamentos e exigências da empresa, incluindo a formação inicial e contínua, abordando conhecimentos e competências exigidos, com um mínimo de cinco dias por ano com exercícios de simulação de emergência, auto certificação anual e meios de avaliação a cada três anos.

PER-003-0: Requer que as companhias certifiquem seu pessoal de operação e tenham em seu *staff* profissionais certificados pelo NERC.

PER-004-0: A equipe de coordenação deve completar um mínimo de cinco dias por ano de exercícios de treinamento simulado de emergência do sistema e outros tipos de capacitação necessários. A conformidade das capacitações é baseada em auditorias anuais, auto certificação a cada três anos e eventos de acompanhamento de execução de normas.

PER-005-1: Detalha os requisitos para construção de um Sistema de Capacitação de Pessoal. Sua principal contribuição é a adoção da *System Approach to Training (SAT)* para estabelecer um programa de capacitação. Além disso, a PER-005-1 sugere que as empresas verifiquem uma vez ao ano se seus operadores podem levar a cabo cada

tarefa antiga, a cada seis meses cada tarefa nova, e que cada operador receba 32 horas de treinamento de emergência a cada 12 meses.

ENTSO-E expressa formalmente suas políticas operacionais no *Continental Europe Operation Handbook* (ENTSO-E, 2014). A Política 8 do manual se dedica à formação e à capacitação de operadores e formula requisitos em quatro áreas:

1. Programas de Formação.
2. Formação integrada dos TSOs
3. Organização da capacitação e acreditação dos operadores.
4. Requisitos básicos para o treinamento simulado.

O mais destacável dos critérios da ENTSO-E é a capacitação integrada dos TSOs, ainda que sem especificar sua forma e ferramentas em detalhe (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). Os requisitos do simulador, ferramenta principal para a capacitação dos operadores, são formulados em consonância com as questões de certificação.

Tanto as normas NERC quanto ENTSO-E surgiram em função de distúrbios graves envolvendo operadores (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). Ambas abordam a necessidade de capacitação formal e certificação de operadores, formação por meio de simulação (VIGNOCHI *et al.*, 2015).

Na América do Norte, a certificação de operadores é dada pelo NERC e é válida por três anos e com uma capacitação qualificada pode ser prorrogada por mais três anos. Na Europa, cada TSO tem a responsabilidade de colocar em ação um programa de capacitação em conformidade com a Política 8. A certificação deixou de ser obrigatória pela ENTSO-E, mas a intenção é que seja retomada.

No lado direito da Figura 10 está a condição crucial para as empresas operadoras oferecerem o suporte de formação, capacitação e desenvolvimento profissional aos seus profissionais de operação. A base neste ponto é seguir os critérios internacionais descritos neste item. Estes incluem, em suma, a sistematização dos processos de capacitação e formação por meio da SAT, a utilização dos simuladores (OTS) e o desenvolvimento de competências para garantir a execução dos procedimentos de operação conforme as regras que incidem sobre a empresa, com processos de certificação.

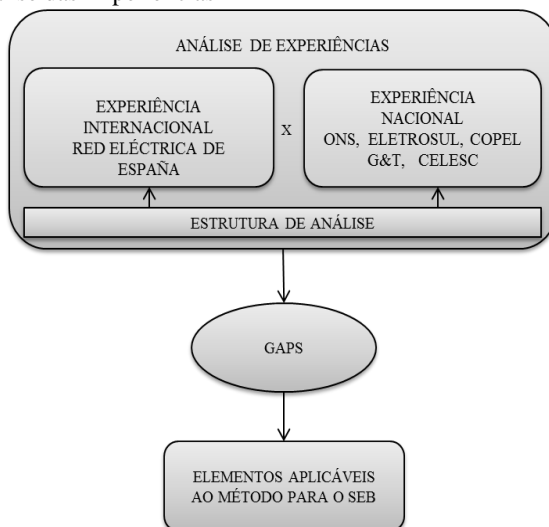
Neste item considera-se o desenvolvimento de competências técnicas específicas da área de operação de SEPs e as competências comportamentais necessárias à eficácia da operação.

Para tanto, posiciona-se as técnicas de levantamento de necessidades e as técnicas de capacitação de operadores.

4 ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS DE CAPACITAÇÃO DE OPERADORES DE SISTEMAS ELÉTRICOS EM TEMPO REAL

Este item trata da análise das experiências nacional e internacional de capacitação de operadores em dois SEPs: o espanhol e o brasileiro. A experiência espanhola posiciona-se como pioneira no tema deste estudo. A experiência brasileira é analisada por ser alvo do método a ser desenvolvido, uma vez que carece de um *standard* de capacitação. Esta etapa foi útil para verificar os *gaps* existentes conforme as categorias explicitadas na Figura 11 e definir os elementos para compor o método voltado ao contexto do SEB. A Figura 11 mostra esta lógica aplicada na análise das experiências.

Figura 11 – Análise das Experiências



Fonte: Autor.

A seguir são exibidas as análises das experiências internacional e nacional.

4.1 EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL: RED ELÉTRICA DE ESPAÑA (REE)

A Red Electrica de Espanha (REE), criada há 29 anos, é a primeira empresa global especializada transmissão e controle operacional de SEPs e referência tanto de modelo organizacional como na capacitação e na certificação dos seus operadores. A empresa é proprietária e responsável pela operação, transmissão e comércio internacional de energia elétrica na Espanha. Sua missão é garantir o bom funcionamento do sistema, continuidade e a segurança do fornecimento de eletricidade em coordenação com os agentes no mercado. Por sua larga experiência, a REE tornou-se referência para a liberalização dos sistemas de energia de outros países. A empresa presta consultoria e realiza investimentos em ativos de transmissão de energia elétrica no exterior por meio de sua subsidiária internacional.

4.1.1 Infraestrutura da rede e tecnologia

O Centro de Controle Elétrico (CECOEL) é responsável pela operação e supervisão coordenada em tempo real das instalações geração e transporte de energia no sistema elétrico espanhol (CECOEL, 2014). Através das instruções de operação e programação adequada da produção e do comércio internacional de eletricidade, o CECOEL visa garantir a segurança e a qualidade do fornecimento de eletricidade. A principal tarefa dos operadores é fornecer e coordenar a produção, transmissão e consumo de energia às mudanças na demanda e na eventual indisponibilidade de geração. Além disso, deve emitir comandos para as variáveis de controle de transporte manterem-se dentro do intervalo definido nos procedimentos operacionais.

O CECOEL possui um sistema que permite monitorar 50.000 dados do estado da rede a cada 4 segundos e envia comandos remotamente através de uma rede de mais de 15.000 km de fibra óptica (CECOEL, 2014). Gerencia informações recebidas em tempo real a partir de plantas de produção e instalações de rede para os operadores executarem ações que garantam a segurança do sistema ou para restaurar o sistema caso um incidente tenha ocorrido. O número de operadores por turno na sala de controle do CECOEL é 9 do total de 56 (CUKALEVSKI *et al.*, 2012).

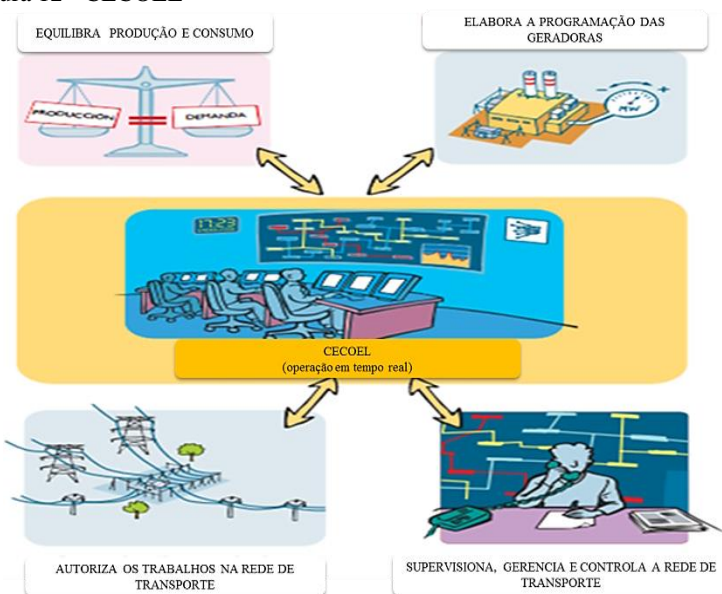
Conjuntamente o CECOEL opera o Centro de Controle da Rede (CECORE), uma cópia de segurança simétrica com redundância total para

todos os sistemas de informática e telecomunicações. O CECORE tem 57 operadores, com uma média de 9 por turno (CUKALEVSKI *et al.*, 2012).

O controle da operação tem um centro para o funcionamento do sistema elétrico das Ilhas Canárias com dois operadores por turno do total de 12. Há, ainda, um centro para a operação do sistema das Ilhas Baleares, também com dois operadores por turno, mas o total é de 11 (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). Um Centro de Controle em Regime Especial (CECRE) foi criado para controle da energia eólica por esta ser muito variável quanto a sua produção, sujeita a desconexão frente às perturbações climáticas e passível de incompatibilidade entre demanda e produção.

Todas as informações do sistema são coordenadas no CECOEL. A Figura 12 ilustra as funções do CECOEL.

Figura 12 - CECOEL



Fonte: Adaptado de REE (2014).

Embora a técnica e a tecnologia estejam aprimoradas e o sistema seja integrado, os principais desafios da operação, na opinião dos entrevistados, referem-se a superar as dificuldades de estabelecer foco no trabalho em equipe. O típico da atividade de operador é outro problema,

que, conforme os entrevistados, pode causar uma "*distorção do mundo real*". Não ver a imagem das outras pessoas com quem estão trocando informações é considerado uma dificuldade pelos instrutores. "*Você não pode saber claramente sobre as reações do outro e o que realmente acontece em situações de emergência, sobrecarga ou falta de energia.*" É possível que este fenômeno afete a confiança para tomada de decisão em situações de emergência. Portanto, a REE persiste nos programas de desenvolvimento de trabalho em equipe, negociação, comunicação verbal e valores da organização.

4.1.2 Formação básica dos operadores

As seguintes competências foram citadas como essenciais para ocupar o cargo de operador do sistema na REE:

- Formação mínima de graduação em Engenharia ou especialização em energia;
- Conhecimentos básicos de operação de SEPs;
- Capacidade para identificar falhas no funcionamento do sistema;
- Capacidade para tomar decisões sob condições de estresse;
- Autocontrole;
- Capacidade para aprender a trabalhar em equipe e
- Potencial de comunicação adequada com a equipe e com outros centros de operação.

Nas entrevistas foi possível perceber que o processo de seleção vinculado à formação inicial é fundamental para o desempenho eficaz das operações. A graduação em Engenharia ou especialização na área de energia é a exigência técnica mínima da empresa que busca profissionais no mercado. Uma formação inicial de 8 meses prévia à seleção dos engenheiros mais aptos, parece compor um processo rigoroso e adequado às condições de ansiedade e estresse típicos da atividade de operação de SEPs. A formação inicial possui as seguintes características:

- Recrutamento de engenheiros no mercado;
- Seleção por meio de testes psicológicos e entrevistas;
- Formação complementar em operação do sistema (bolsa de estudos de 8 meses);

- Avaliação por meio de testes teóricos e observação das atitudes dos *trainees* durante simulações da operação;
- Contratação dos candidatos aprovados conforme o número de vagas disponíveis.

Cursos teóricos específicos da operação do sistema e complementares à formação de engenharia são oferecidos na capacitação inicial e revistos a cada ano.

Os conhecimentos técnicos e habilidades específicas da área são cruciais para atuar na operação de acordo com os entrevistados. Isto suporta o papel chave do conhecimento na atividade em questão. Sugere que a posição dos instrutores é a de que um comportamento apropriado para agir sobre as condições específicas de operação é determinado pelo nível de conhecimento e atualização profissional.

4.1.3 Processos de formação e capacitação

A REE compromete-se com a formação e o desenvolvimento profissional de excelência e apoia o crescimento profissional contínuo para cumprir sua missão. Possui sistemas de gestão por objetivos, gestão por competências, processos internos definidos, sistemas de informação e gestão do conhecimento e políticas de responsabilidade social corporativa. Seu programa de desenvolvimento profissional tem os seguintes objetivos:

- Adaptar as pessoas aos requisitos organizacionais e tecnológicos dos postos de trabalho,
- Integrar os novos funcionários na empresa,
- Estabelecer programas específicos para cada função e,
- Manter a atual equipe de gestão por meio de programas eficazes visando maior potencial de desenvolvimento.

As políticas de conciliação da empresa têm alto nível de institucionalização. A oferta de oportunidades de conciliação entre a vida profissional e pessoal está na estratégia organizacional. Portanto, as políticas de recursos humanos da REE são altamente estruturadas, enfocando na renovação permanente de conhecimentos e planejamento de carreira em consonância com a vida particular.

A REE oferece aos seus operadores um centro de treinamento interno, a *Escuela Corporativa de Red Eléctrica* (ECRE), onde eles são capacitados para realizar a operação de transmissão, com o apoio de instrutores e especialistas por meio da aprendizagem pela experiência. O

programa capacitação inclui, além do conteúdo técnico específico, prevenção de riscos laborais, tecnologia da informação, proteção do meio ambiente e qualidade. A ECRE colabora com outras empresas de operação europeias e universidades na prestação de formação nas áreas de sua competência.

A formação aplicada pela ECRE segue os princípios estabelecidos pela ENTSO-E. A REE é o representante espanhol na ENTSO-E por ser o operador nacional do sistema. Isto permite o contato com outros operadores na Europa, membros dos TSOs, por meio da participação em *workshops* de integração, compartilhamento de conhecimentos e boas práticas promovidos pela ENTSO-E.

A escola adota uma metodologia de capacitação e desenvolvimento apoiada em uma plataforma virtual que permite: atender as necessidades específicas por funcionário, posto de trabalho, grupo ou área; capacitar operadores em tempo real; a pró-atividade do aprendiz; flexibilidade e adaptação às mudanças no mercado energético.

Para elaborar seus programas de capacitação de operadores, a empresa utiliza a SAT recomendada pelo NERC, tendo em conta duas questões principais: (1) identificação das funções e atividades do operador, (2) formação e desenvolvimento em conhecimentos e habilidades da operação. Para a formação contínua dos operadores, leva em conta as alterações relevantes em tecnologia de sistemas de energia, equipamentos, instalações, serviços e em políticas e procedimentos. As experiências de outros sistemas, a percepção dos operadores em atividades menos frequentes (como a restauração de emergência) são importantes para o planejamento das capacitações. O programa é revisado anualmente para se adaptar às necessidades que emergem das avaliações.

Existem dois tipos de programas de capacitação de operadores na ECRE e eles são:

(1) Formação inicial dos novos operadores (dura 8 meses), compreendendo:

- Treinamento básico (5 meses), abrangendo aulas teóricas, laboratórios e simulações.

- i. Fundamentos da eletricidade.

- ii. Conhecimento dos componentes do sistema.

- iii. Ferramentas do sistema operacional.

- iv. Noções básicas de operação do sistema de energia.

- v. Monitoramento e controle do SEP.

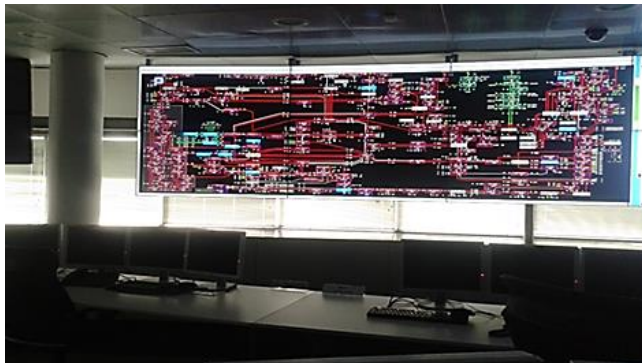
- vi. Abordagem prática de políticas de operação em condições extremas e exercícios de restauração do sistema.

- vii. Visitas às instalações de transmissão.
- viii. Cursos de fatores humanos (competências gerais): comunicação, autocontrole e trabalho em equipe.
 - Capacitação supervisionada *on-the-job* (3 meses).

(2) Formação continuada (capacitação de 3 anos, incluindo 10 dias por ano), envolvendo:

- Restauração do Sistema. Todos os operadores seguem anualmente um curso específico de *e-learning* de conceitos teóricos. Em seguida, participam de uma sessão de capacitação de 4 dias com diferentes exercícios de restauração de queda de energia.
 - *Feedback* do passado: a cada ano, a equipe de operadores revisa algumas experiências reais selecionadas pelo escritório de gerenciamento. O *Operator Training Simulator* (OTS) é usado para fornecer uma experiência de capacitação realista. Tem a capacidade de simular expedições de alta tensão de emergência ou de restauração do sistema.
 - Revisão dos conceitos de operação: uma combinação de sala de aula e sessões no simulador, tópicos de controle de tensão, controle de frequência e configuração da rede. A Figura 13 mostra a interface virtual do simulador utilizado pela ECRE.

Figura 13 – OTS/ ECRE



Fonte: Autor.

- Desenvolvimento de competências gerais, de acordo com as habilidades específicas identificadas.

A principal ferramenta utilizada na capacitação da ECRE é o OTS. Mesmo que a escola ofereça cursos específicos para desenvolver

conhecimentos básicos e habilidades comportamentais como a autocontrole, comunicação, negociação e trabalho em equipe, os entrevistados indicam a simulação como o mecanismo mais importante para o desenvolvimento e avaliação do comportamento profissional.

De acordo com os entrevistados as competências comportamentais se incorporam durante os processos de capacitação. A ECRE disponibiliza cursos de dois dias de controle do estresse, coesão e trabalho em equipe, tomada de decisão, negociação, habilidades de comunicação, impacto e influências pessoais e valores corporativos. *“Todos os operadores fazem cursos de negociação, por exemplo, porque precisam desenvolver estratégias para entrar em contato e persuadir outros operadores. Embora quase tudo seja padronizado, legislado, estruturado em nosso negócio, precisamos de recursos e devemos saber como pedir, conhecer diferentes tipos psicológicos e aprender a negociar e pedir coisas.”* Embora haja os cursos de autocontrole, os entrevistados acreditam que critérios de seleção claros, técnicas de capacitação adequadas e avaliação criteriosa são as melhores prevenções para o estresse e a ansiedade. *“Um operador fica extremamente ansioso e paralisado frente uma situação de decisão de emergência, se não tem o conhecimento necessário para resolver os problemas e não é capaz de se comunicar com os colegas e outros centros de operação. Operador bem treinado está preparado, pode lidar com a ansiedade... deve ser exposto ao estresse durante o treinamento para ganhar confiança.”* Para os entrevistados, a organização deve mobilizar todos os recursos possíveis para garantir a qualidade da seleção, capacitação e contratação de pessoal qualificado.

Uma mescla entre teoria e prática em exercícios simulados é essencial para o desempenho operacional satisfatório de acordo com os entrevistados e segundo Cukalevsky *et al.* (2012). Outro aspecto a destacar na análise da experiência de capacitação ofertada pela ECRE é a utilização da técnica de *role playing* durante as simulações. Nestes “jogos”, os *trainees* experimentam o papel exercido na atividade profissional com o maior realismo possível. Os instrutores dramatizam papéis de outros agentes do SEP com diferentes tipos de comportamento, até mesmo o mais agressivo ou passivo. Segundo os entrevistados, isto permite que observem as reações dos *trainees* em situações de pressão, ansiedade ou estresse. Também permite saber como os capacitados negociam, estabelecem a comunicação, tomam decisões e compartilham *feedbacks* com o objetivo de avaliar seu desempenho durante as capacitações. A Figura 14 exibe um grupo de operadores da REE durante uma capacitação simulada.

Figura14 - Evento de capacitação de operadores na ECRE



Fonte: Cukalevsky *et al.* (2012)

É importante destacar, ainda, que os instrutores da ECRE não são gestores das equipes de operação, mas operadores experientes exclusivamente lotados na função de técnicos em recursos humanos da escola. Isto revela a busca pela isenção entre os processos de seleção, capacitação e gestão de equipes de trabalho. Permite aos *trainees* a possibilidade de aprender por meio da correção de erros sem a interferência das chefias evitando o temor de estarem sendo avaliados em seu desempenho no trabalho.

A avaliação na capacitação em relação aos conhecimentos teóricos é realizada com a aplicação de provas tradicionais. A avaliação de competências comportamentais é observada no desempenho dos indivíduos na sessão de simulação. De acordo com os entrevistados ela é realizada pela equipe de instrutores e o departamento de recursos humanos em contato com os responsáveis pelas unidades operacionais. O *feedback* é citado como um dispositivo importante neste processo, uma vez que justifica os motivos de recusa ou contratação de novos funcionários e ajuda a melhorar a formação contínua. A simulação também é usada para avaliar todo o processo de capacitação.

A certificação dos operadores é obtida por meio de graduação. Os profissionais aprovados na formação inicial devem renová-la a cada ano após a capacitação de atualização (10 dias a cada ano por 3 anos). A certificação é uma preocupação com a renovação da formação, enquanto que o processo é certificado pela empresa, enquanto profissionais treinados. As normas de segurança e operação da ENTSO-E são parâmetro para os processos de certificação da empresa.

4.2 EXPERIÊNCIA NACIONAL: OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA (ONS), ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA (COPEL GeT) E CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA (CELESC - D)

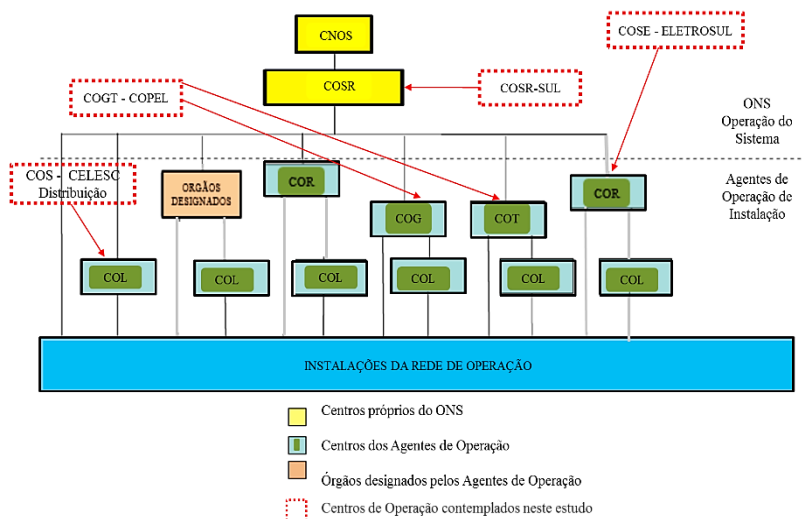
O SEB, descrito no item 1.5 desta tese, tem em sua estrutura operacional como características principais a hierarquização do controle e o envolvimento de inúmeras empresas de geração, transmissão e distribuição. Em relação à estrutura de capacitação de operadores, uma característica a destacar é a diversidade de programas.

Neste estudo foi possível ter acesso ao Centro de Operação Regional Sul (COSR-SUL/Florianópolis) do ONS, a empresa responsável pela coordenação da operação do SIN; ao Centro de Operação do Sistema ELETROSUL (COSE), Centro de Operação de Geração e Transmissão (COGT) da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) e Centro de Operação do Sistema (COS) das Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC - D) que são agentes na Região Sul.

Foi possível, ainda, observar 5 sessões de treinamento simulado de recomposição do sistema na área Governador Ney Aminthas de Barros Braga promovidas pelo COSR-SUL do ONS, durante os meses de abril e maio de 2014. O objetivo foi capacitar as equipes de operação para atuar em eventos intempestivos nas áreas de recomposição responsáveis pelo atendimento às cidades-sede da Copa do Mundo FIFA 2014 na Região Sul, neste caso a cidade de Curitiba - PR. Os treinamentos envolveram as seguintes empresas: São Mateus Transmissora de Energia S.A, Londrina Transmissora de Energia S.A, Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A (CELESC), Companhia Paranaense de Energia (COPEL), Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (ELETROSUL), Empresa Catarinense de Transmissão de Energia (ECTE) e subestação BERNECK.

Portanto, as empresas envolvidas na experiência nacional estudadas constituem uma amostra da operação realizada na Regional Sul do SIN, investigadas por disponibilidade de acesso. Na Figura 15 mostra-se a estrutura da operação do SIN e destacam-se, em vermelho, os centros de operação das empresas envolvidas na experiência nacional analisada para esta tese.

Figura 15 – Centros de operação contemplados neste estudo



Fonte: Adaptado de ONS (2015a).

4.2.1 Infraestrutura da rede e tecnologia

A área de ação de cada COSR é a rede de operação regional ou local de cada região do SIN. Cada rede é constituída por sistemas de transmissão para atender centros de carga, interligações com concessionárias de distribuição e com consumidores ligados diretamente à rede de operação. Os acontecimentos nestas redes repercutem nos níveis regionais ou locais.

O COSR-Sul foi implantado na cidade de Florianópolis – SC no ano de 2002. Seu sistema de supervisão e controle é o EMP e possui as seguintes funções: SCADA (supervisão e controle); EMS (gerenciamento de energia); CAG (controle automático de geração) e DTS/OTS (simulador de treinamento). A Tabela 7 mostra um exemplo das características da rede supervisionada pelo COSR-Sul.

Tabela 7 – Características da rede supervisionada pelo COSR-Sul

Item	Quantidade
Instalações supervisionadas	181
Usinas integradas	36
Estações	454
Bancos de Capacitores	70
Carga	429
Compensadores Sincrono	06
Chaves	4692
Disjuntores	1548
Linhas de Transmissão	334
Ramais de Linha	14
Reatores shunt	48
Seções de barra	722
Transformadores de 2 terminais	94
Transformadores de 3 terminais	140
Unidades geradoras supervisionadas	96

Fonte: Arquivos da ABINEE TEC (2007).

O Centro de Operação do Sistema ELETROSUL (COSE) está localizado na cidade de Florianópolis – SC e é responsável pela coordenação e operação em tempo real das áreas do SIN onde atua⁴. O COSE é composto pelos Centros de Operação da Transmissão (COT), da Geração (COG) e de Controle do Sistema de Telecomunicações. A supervisão, a coordenação e o comando da operação das mais de 60 instalações da empresa, além da operação da Subestação Sede e da Subestação do Parque Eólico de Cerro Chato são realizadas no COSE (ANDRADE, 2012).

O COSE possui uma infraestrutura de comunicação que permite aos seus operadores efetuarem tratativas e interações com profissionais de 31 centros de operação de outras empresas. Os operadores do centro são responsáveis pelo monitoramento de mais de 35.000 pontos de supervisão, comando e controle, contando com a tecnologia SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia). A Figura 16 mostra as

⁴ A ELETROSUL atua nos três estados da Região Sul, no Mato Grosso do Sul e Rondônia, por meio da participação no Consórcio Energia Sustentável do Brasil (ESBR), Norte Brasil Transmissora de Energia (NBTE), Porto Velho Transmissora de Energia (PVTE), e Mato Grosso e Pará, por meio do Consórcio Teles Pires Energia Eficiente.

instalações do COSE, um dos mais modernos centros de operação do Brasil.

Figura 16 - COSE

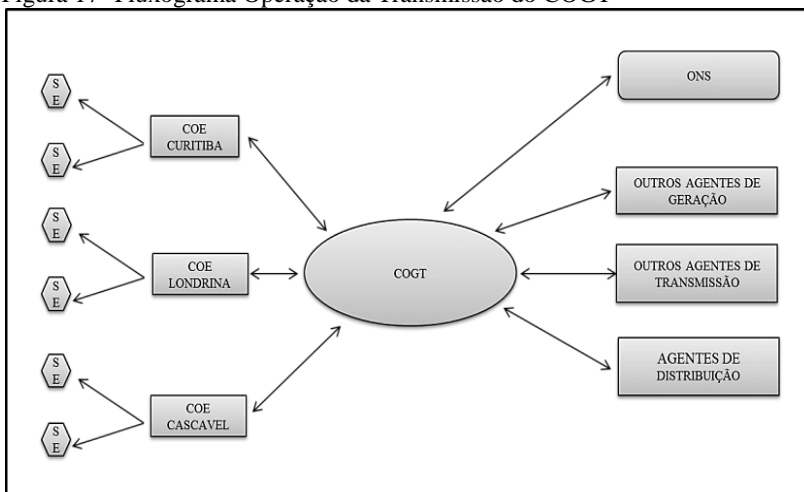


Fonte: ELETROSUL (2015)

O Centro de Operação de Geração e Transmissão (COGT) da COPEL está localizado na cidade de Curitiba - PR. O COGT é resultado da fusão do Centro de Operação da Geração (antigo COG) e de parte do Centro de Operação do Sistema (antigo COS). Atualmente, supervisiona e atua em linhas de tensão e 230 kV e 525kV no estado do Paraná.

Na geração o COGT coordena o processo e executa a tele operação dos ativos. Na transmissão, o COGT coordena e supervisiona a operação interferindo nas instalações locais somente para executar remotamente manobras para controle de tensão. A COPEL GeT, ainda, coordena três Centros de Operação de Estações (COEs) em Curitiba, Londrina e Cascavel. Os COEs são responsáveis pela execução remota da operação das subestações. A Figura 17 mostra o fluxo da operação da transmissão na COPEL GeT.

Figura 17- Fluxograma Operação da Transmissão do COGT



Fonte: Adaptado de Vieira (2014).

Segundo um informante da empresa “os processos de operação de ativos de geração e de transmissão possuem diferenças técnicas e regulatórias, o que faz com que, apesar de estarem na mesma sala de comando, sejam controlados por equipes independentes”. Na opinião do entrevistado “a complexidade da operação envolve um número significativo de variáveis e sofre a interferência de fatores como falhas em equipamentos, eventos meteorológicos e variações de carga.”.

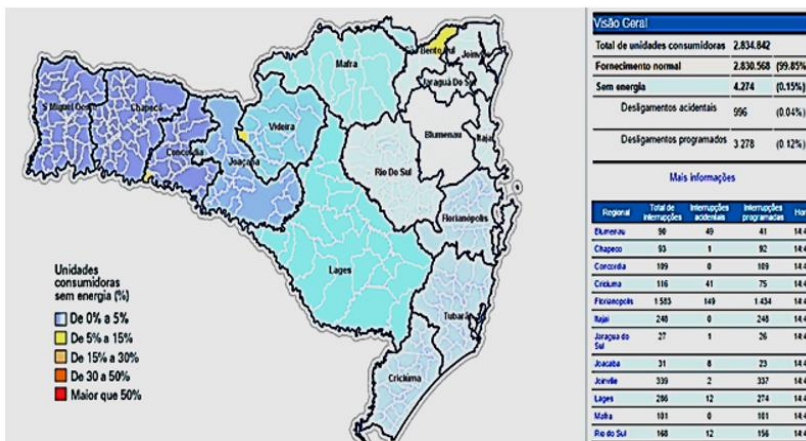
Portanto, a operação da malha elétrica exige alta performance, tanto de instrumentos, quanto das equipes que atuam no processo.

A CELESC é considerada de economia mista, tendo o Estado 50,2% das ações ordinárias. Possui 4.000 Km de linhas de transmissão e 90.000 Km de rede de distribuição de energia elétrica. A CELESC D é a sexta maior prestadora de serviço público de distribuição de energia elétrica do Brasil (CELESC, 2015). Sua carteira (CELESC D) é formada por mais de 2,5 milhões de clientes e cada unidade consumidora utiliza uma média de 503,29 kWh/mês, o maior índice do Sul do país. A empresa abriga 257 dos 293 municípios catarinenses além do município de Rio Negro no Paraná e comercializa mais de 1 bilhão de kWh de energia elétrica por ano.

O COSD está localizado na cidade de Florianópolis – SC, e conta com uma estrutura tecnológica que permite o controle da operação do sistema em tempo real. A empresa disponibiliza aos seus consumidores um informativo *on-line* onde mostra em tempo real a situação do

fornecimento de energia em sua área de concessão. Trata-se de uma visão geral das interrupções acidentais, programadas e do percentual de fornecimento normal ou dos municípios sem energia no instante. A Figura 18 mostra o mapa do fornecimento de energia em tempo real na região de concessão operada pela CELESC D.

Figura 18 – Fornecimento de energia operação COSD



Fonte: CELESCD (2015)

No Brasil, segundo os profissionais entrevistados, a complexidade do SIN é um fator complicador para a área de operação. A extensão continental da rede, o intenso fluxo de comunicação entre os níveis hierárquicos e a necessidade de estabelecer padrões de decisão respeitando os limites entre as áreas de responsabilidade de cada empresa são considerados elementos de difícil manejo pelos gestores entrevistados.

Problemas de congestionamento nas redes de telefonia e internet em horários de pico foram constatados durante a observação das cinco sessões simulação de recomposição do sistema na área Governador Ney Aminthas de Barros Braga. Durante estas sessões de capacitação, também foi possível observar problemas de operação relativos ao comportamento dos operadores tais como: ansiedade e antecipação na tomada de decisão, erros de interpretação de IOs, falhas de comunicação interpessoal e problemas de confiança nas ações dos parceiros.

4.2.2 Processos de formação e capacitação

No Brasil existem muitos programas de capacitação e muitas horas de cursos a cada ano para manter os operadores atualizados (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). A formação à disposição dos operadores do ONS é de 160h de nivelamento em um centro regional de operações e mais 400h *on-the-job* com acompanhamento de profissionais experientes. Esta formação é baseada em estudos teóricos de IOs, diagramas geolétricos, visitas técnicas e, principalmente, em simulação da restauração do sistema. A avaliação é feita por meio de provas teóricas com base em estudos de IOs, conhecimentos da rede e procedimentos elétricos em concomitância com o processo de certificação. Existem outros tipos de capacitação dependendo do objetivo a ser alcançado.

Na opinião de um entrevistado, no nível regional Sul, as capacitações internas são realizadas com base em simulações e atividades *on-the-job*. A principal limitação é a falta de atualização do simulador com novos casos e a dificuldade em variar alternativas de solução. *“Uma vez que o operador solucionou uma situação de determinada forma, sempre terá a mesma alternativa para resolver o mesmo problema.”* Outra forma de manter os operadores atualizados é a participação das equipes de gerência em congressos da área como Encontro Regional Ibero-americano de CIGRÉ (ERAC), Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos (SIMPASE), Encontro para Debate sobre Assuntos de Operação (EDAO) e Simpósio de Operação e Manutenção da ELETROSUL (SOMA).

Segundo outro informante, *“... na prática, não existe uma formação padrão para operadores de controle de equipamentos de transmissão na empresa em que é gestor. O que acontece é que operadores menos experientes começam supervisionados por um operador mais experiente. No entanto, esse acompanhamento é realizado de acordo com as responsabilidades específicas de cada centro. Apesar disso, não está claro quando e como o aluno está pronto para assumir as responsabilidades do cargo”*. Ainda, conforme o informante, outro problema é a alta rotatividade da área devido à melhora das expectativas de ganhos devido às mudanças no mercado de trabalho e à ascensão a uma posição de nível superior.

Outro entrevistado refere que a empresa, que atua na área de distribuição, não conta mais com um antigo centro de formação de operadores. Por conta disto, busca incentivar informalmente os profissionais que atuam na área de manutenção da rede a realizarem concursos para área de operação. Desta forma, entende que podem

garantir alguma experiência inicial. Atualmente, a empresa conta com encontros não sistematizados entre os operadores para incentivar a troca de experiências e boas práticas. No entanto, estes encontros são considerados fundamentais para estreitar o relacionamento e melhorar a comunicação entre as equipes de operação.

Observa-se que não há integração de programas de capacitação entre as empresas estudadas. A ênfase na formação técnica sem especificar como ocorre o desenvolvimento de competências comportamentais e o enfoque no nível de desenvolvimento profissional também são destaque. Embora a falta de padronização da capacitação de operadores possa ocorrer em função do grande número de empresas envolvidas, este parece ser um problema a ser superado, além da falta de incentivos para a ascensão na carreira de operador.

4.2.3 Formação básica dos operadores

No Brasil, a exigência mínima para a vaga de operador é o curso técnico em eletrônica concluído, correspondente ao nível médio do ensino formal. A complexidade do SIN e a grande extensão de linhas pode indicar que um nível maior de formação seria mais indicado para operar o sistema.

Segundo Cukalevski *et al.* (2012), o perfil de operadores estabelecido pelo ONS considera as seguintes competências de ordem comportamental:

- Raciocínio ágil - uso da lógica e de métodos alternativos para solução de problemas.
- Planejamento - capacidade de antecipar situações e buscar meios para estabelecer metas.
- Atenção - capacidade de verificar os dados em trabalhos rotineiros.
- Visão geral - compreender as implicações das alternativas sobre o sistema como um todo.
- Comunicação - capacidade de desenvolver e comunicar pensamentos verbalmente e por escrito.
- Trabalho em equipe - mostrar empatia, um senso de filiação e capacidade de compreender os sentimentos e necessidades da equipe.
- Liderança - grau de definição de objetivos, controle e envolvimento sobre as pessoas no trabalho em grupo.

- Flexibilidade - capacidade de questionar e avaliar o custo e benefícios das iniciativas.
- Influência - capacidade de negociação e persuasão.
- Controle emocional - capacidade de lidar com situações inesperadas e controlar as reações sobre a pressão.
- Adaptação - capacidade de integrar as alterações e conduzir-se de acordo com os procedimentos.

No Brasil, o modelo híbrido para a geração e distribuição de energia em 2004 e a manutenção da Eletrobrás como empresa pública dominante no mercado de energia, pode influenciar na dificuldade de reconhecer um padrão nacional consolidado entre os processos de formação e capacitação de operadores. As dimensões continentais do país, a complexidade do SIN e o grande número de empresas envolvidas na operação também são fatores que podem contribuir para esta dificuldade.

O ONS, a ELETROSUL, a COPEL e a CELESC são organizações de controle estatal, portanto, selecionam seus operadores por meio de concursos públicos, como é o caso da maioria das empresas da área no país. Testes de conhecimentos técnicos e gerais, avaliação física e psicológica dos candidatos são eliminatórios.

Na opinião dos profissionais entrevistados a contratação por concurso público exige uma formação inicial que privilegie o nivelamento entre os selecionados. *“Uma vez que muitos aprovados não têm noção do processo de operação do SIN, falta-lhes experiência... Isto é uma dificuldade encontrada na execução das tarefas exigidas com a habilidade necessária para atingir a eficácia requerida.”*

4.3 GAPS IDENTIFICADOS ENTRE AS EXPERIÊNCIAS ANALISADAS

A partir da análise das experiências nacional e internacional de capacitação de operadores de SEPs em tempo real, foi possível identificar algumas diferenças no conteúdo das categorias de análise. O Quadro 7 mostra os *gaps*, ou seja, as lacunas existentes entre as análises realizadas neste estudo.

CATEGORIA DE ANÁLISE	EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL	EXPERIÊNCIA NACIONAL
Infraestrutura da Rede e Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Há um centro de operação para controle do estado da rede e sistema que monitora 50.000 dados a cada 4 segundos e envia comandos remotos através de uma rede de mais de 15.000 km de fibra óptica; ➤ Tecnologia aprimorada, sistema integrado; ➤ Dificuldades para manter foco no trabalho em equipe e quanto ao isolamento dos operadores. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ As dimensões continentais do país demandaram a criação do SIN, de alta complexidade, com as subdivisões hierárquicas sob responsabilidade do ONS e dos Agentes; ➤ Cada empresa estudada opera regiões de dimensões diferentes, com contratos diversificados, buscando tecnologias adequadas ao seu campo de atuação e oferta de serviços para atuar dentro dos padrões estabelecidos pelo operador nacional; ➤ Congestionamento nos sistemas de internet e telefonia; ➤ Dificuldades em manter os limites de intervenção de cada empresa ao interpretar as IOs; ➤ Estresse, antecipação de decisão, confiança e falhas de comunicação.
Formação básica dos operadores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Requisito mínimo é Graduação em Engenharia com 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Requisito mínimo é nível médio, técnico em eletrônica;

CATEGORIA DE ANÁLISE	EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL	EXPERIÊNCIA NACIONAL
	<p>especialização na área de energia;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Curso de 8 meses com formação técnica específica para operação e de competências comportamentais; ➤ Recrutamento e seleção de profissionais junto ao mercado de trabalho contratação vinculada à capacitação inicial, conforme vagas disponíveis; ➤ O comportamento apropriado para agir nas condições específicas de operação é determinado pelo nível de conhecimento e atualização profissional. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ O modelo híbrido do SEB pode influenciar a consolidação de um padrão para formação e capacitação; ➤ As empresas estudadas, assim como a maioria no país, selecionam os operadores por meio de concurso público; ➤ Muitos aprovados não possuem experiência mínima na área.
Processos de formação e capacitação	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ocorrem em conformidade com os padrões internacionais; ➤ Há uma escola de formação especializada que garante uma formação integrada e atualização permanente com profissionais especialistas destacados para atuar especificamente na capacitação de operadores; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muitos programas de capacitação e muitas horas de cursos para manter os operadores atualizados; ➤ Há um padrão estabelecido pelo ONS, buscando seguir as normas internacionais; ➤ As demais empresas do SIN não conseguem seguir um

CATEGORIA DE ANÁLISE	EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL	EXPERIÊNCIA NACIONAL
	<p>➤ Existe uma política de desenvolvimento de carreira ligado à estratégia da empresa responsável pela operação do sistema.</p>	<p>padrão integrado embora busquem capacitar seus operadores conforme os padrões sugeridos pelo ONS.</p>

Quadro 7 – Lacunas entre as experiências analisadas

A análise do Quadro 7 permite inferir que:

- (1) Há diferenças relativas às dimensões e complexidade entre os dois SEPs estudados – o espanhol tem menores dimensões e o controle de sua operação é executado por uma única empresa, enquanto o brasileiro é maior, mais complexo sendo a supervisão executada pelo operador nacional e o controle executado por diversos agentes;
- (2) Observou-se que o SEB, em horários de pico, pode apresentar problemas de insuficiência na rede de comunicação entre os centros de operação;
- (3) A operação realizada na Espanha enfrenta problemas de motivação para o trabalho em equipe e isolamento dos operadores; porém busca solucioná-los por meio de oficinas específicas e *roleplays*;
- (4) No Brasil, apesar da falta de confiança para tomada de decisão e insegurança quanto ao preparo dos *trainees*, não se observa um treinamento estruturado de forma integrada para buscar encaminhamentos com um método específico que atenda os problemas típicos da área de operação em tempo real.
- (5) Nas experiências brasileiras estudadas nesta tese, verificam-se esforços isolados que podem ser unificados em um método que reforce os estudos técnicos melhorando tais conhecimentos e ampliar mecanismos para desenvolver competências comportamentais;
- (6) Na experiência espanhola pode-se adequar técnicas, tais como o *roleplay* que valoriza a simulação como meio para utilização do conhecimento para operar com eficácia e o ambiente como dispositivo para observação e aperfeiçoamento das atitudes e habilidades requeridas para operação em tempo real e,

- (7) O modelo utilizado pela ECRE e a lógica de formação continuada podem ser úteis para a construção de um método para o SEB considerando-se as diferenças de contexto, legislação e regulamentações.

Tendo em vista estas considerações, a seguir, serão destacados os elementos passíveis de aplicação ao método para o SEB.

4.4 ELEMENTOS APLICÁVEIS AO MÉTODO PARA O SEB

Após a análise das experiências internacional e nacional e a consideração das lacunas existentes entre as mesmas, propõem-se os seguintes pilares para a estrutura a ser elaborada:

- Considerar que o terreno estudado é normatizado e regulamentado;
- Prever problemas de infraestrutura de rede e equipamentos;
- Identificar problemas relacionados à execução das atividades de operação - competências técnicas e comportamentais a desenvolver;
- Considerar o contexto, ou seja, as características das empresas do SEB, tais como o nível hierárquico e o perfil da concessionária;
- Utilizar a SAT total ou parcialmente, bem como aplicar técnicas de análise de competências para estruturar programas de capacitação;
- Incluir técnicas de capacitação já reconhecidas tais como a simulação e *workshops*, bem como propor a ampliação da observação sistemática do comportamento, o desenvolvimento de competências comportamentais e a análise sobre influência de aspectos psicológicos no trabalho das equipes de operação do SEB;
- Propor um sistema de *feedback* para identificar necessidade de melhorias, reformulação da capacitação, atualização permanente de operadores e certificação (formação inicial e formação continuada).

5 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

Neste capítulo se une os elementos anteriores para atingir o objetivo principal desta tese, ou seja, desenvolver o método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do SEB. Primeiro, mostra-se o método como um processo. Em segundo lugar, está detalhada cada fase com suas subetapas. É apresentada uma sugestão de programa de capacitação com os módulos, seus conteúdos e carga horária. Neste item (5.8) é efetuado um aprofundamento nos módulos referentes às competências comportamentais; pois foram identificadas como não sendo trabalhadas em nenhum módulo específico nas capacitações estudadas no Brasil. Quanto às competências técnicas, verificou-se que elas são a base para tomada de decisão eficaz e podem melhorar a capacidade de lidar com a pressão de tempo. Sua organização em uma proposta de nivelamento inicial e redistribuição de conhecimentos de operação baseada em padrões internacionais poderá aumentar o suporte de conhecimento existente, salvo os ajustes de nível de formação necessários⁵.

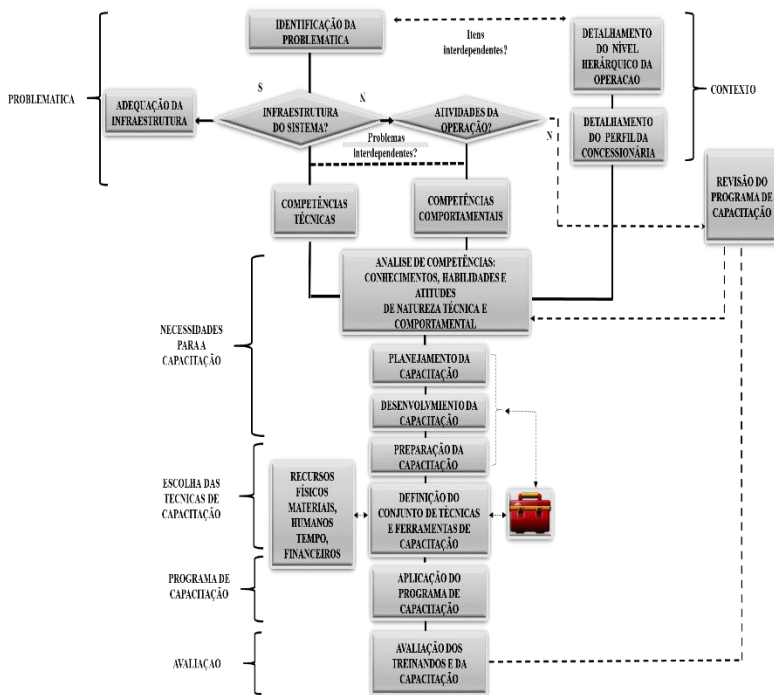
A seguir é exibida a estrutura do método para elaborar programas de capacitação, na forma de processo.

5.1 ESTRUTURA DO MÉTODO - PROCESSO

Neste item é exibida a estrutura geral do processo de construção de um programa de capacitação para operadores adequado ao contexto do SEB. A proposta mostrada pela Figura 19 é detalhada a partir do item 5.2 até o item 5.7. O item 5.8 sugere o desenho de programas de formação inicial e continuada com módulos de capacitação baseados nas experiências investigadas. Uma aplicação futura está sujeita a ajustes após validação e/ou teste piloto do método em uma empresa de energia do SEB.

⁵ O nível de instrução exigido dos operadores, no Brasil é técnico, enquanto na Espanha é graduação em Engenharia Elétrica. A experiência espanhola sugere que quanto mais complexo o sistema, maior deva ser o grau de formação para operá-lo. O conhecimento técnico pode favorecer decisões eficazes sob pressão e condições de ansiedade. Entretanto, o SEB tem maiores dimensões, maior complexidade em relação ao sistema espanhol, não dispõe de uma escola nacional integrada e não exige que seus operadores sejam engenheiros eletricitas.

Figura 19 – Método para elaborar programas de capacitação



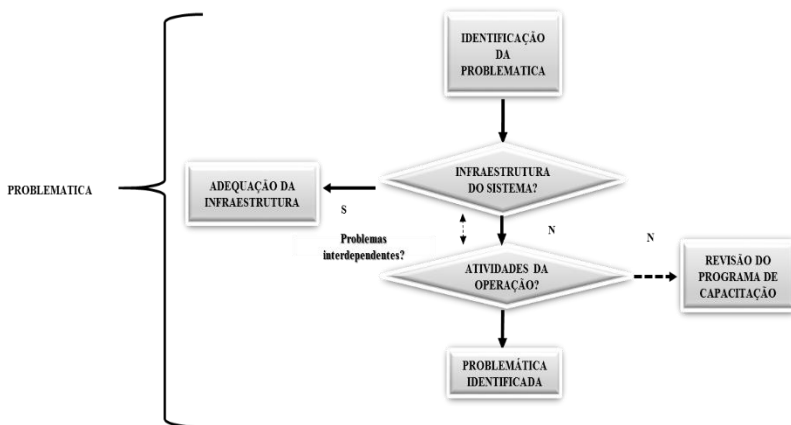
Fonte: Autor.

5.2 IDENTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Neste item divide-se a problemática da área de operação do SEB em problemas de duas naturezas para fins de sua identificação em uma situação real: os relacionados à infraestrutura do sistema e os relacionados às atividades dos operadores. Se as problemáticas não forem observadas em nenhuma destas duas categorias é necessário revisar o programa de capacitação previamente aplicado em relação às necessidades não atendidas conforme resultados de sua avaliação. Em uma situação real, mais de uma problemática pode ocorrer ao mesmo tempo. Entretanto, faz-se necessário diferencia-las para buscar-se a solução adequada. A Figura

19a mostra a dinâmica para a identificação das problemáticas a serem solucionadas de acordo com a situação real.

Figura 19a - Identificação da problemática



Fonte: Autor.

5.2.1 Infraestrutura do sistema – rede e tecnologia

No Brasil, a falta de autonomia de controle operacional e o isolamento da região Norte do país são exemplos de problemas estruturais da rede (UCEL, 2012). As dimensões continentais do país tornam peculiares as questões de comunicação e extensão de rede (UCEL; MME, 2012). Com o crescimento econômico, aumenta a demanda por energia. No caso dos países desenvolvidos, como no exemplo da Espanha, os problemas de infraestrutura são superados por um sistema altamente desenvolvido em termos tecnológicos e uma forte integração com países vizinhos (REE, 2005; REE, 2014a). Com a crise de 2008, o país ibérico sofreu uma queda no consumo de energia e a estabilidade do consumo é típica de países de desenvolvidos (REE, 2014a). Estes dados mostram diferenças contextuais quanto a este tipo de problemática, com exceção de limitações das tecnologias da simulação que ocorrem à revelia do

contexto de país (CUKALEVSKI *et al.*, 2012). Em geral, são utilizados sistemas SCADA de padrão internacional e fornecedores reconhecidos.

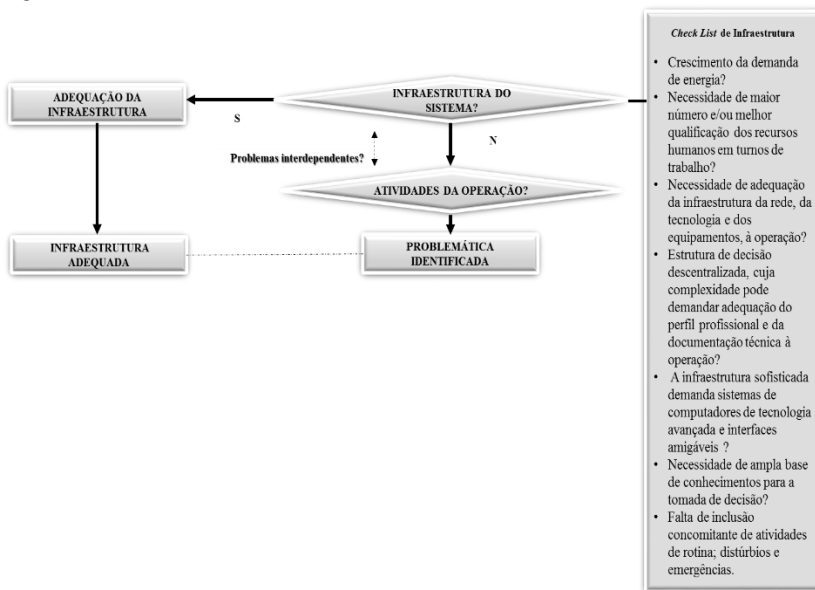
Conforme a pesquisa bibliográfica e as experiências analisadas neste estudo, estão envolvidos os seguintes problemas relacionados à infraestrutura do sistema brasileiro no *checklist* a seguir:

- Crescimento da demanda de energia⁶ que pode requerer maior fornecimento, maior número e/ou melhor qualificação dos recursos humanos em turnos de trabalho;
- Escassez de recursos: avaliar a necessidade de adequação da infraestrutura da rede, da tecnologia e dos equipamentos, à operação.
- Estrutura de decisão descentralizada, cuja complexidade pode demandar adequação do perfil profissional e da documentação técnica à operação.
- A infraestrutura sofisticada demanda sistemas de computadores de tecnologia avançada e interfaces amigáveis para iniciantes ou operadores experientes.
- Limitações das tecnologias de simulação: necessidade de ampla base de conhecimentos para a tomada de decisão falta de inclusão concomitante de atividades de rotina; distúrbios e emergências.

Durante a elaboração da capacitação é necessário verificar, se há algum problema que se enquadre no *checklist* da infraestrutura. Caso a resposta seja afirmativa deve-se adequar a infraestrutura antes de seguir para a investigação das problemáticas relacionadas ao trabalho na área de operação. Também é necessário contar com o preparo dos operadores para considerar falhas ou atrasos na adequação da infraestrutura do sistema às necessidades de fornecimento de energia. A Figura 19b mostra o processo de identificação das problemáticas de infraestrutura de sistemas de operação de energia.

⁶ O Brasil vem atravessando um período de crise econômica deflagrado no ano de 2014 e que permaneceu durante 2015, gerando aumento progressivo de taxas de energia e busca de redução de consumo. Entretanto, optou-se por manter este item, pois se considerou a característica de país em desenvolvimento e a precocidade para saber o impacto na operação do SIN.

Figura 19b – Problemas da infraestrutura do sistema



Fonte: Autor.

A solução dada requer adequação da infraestrutura física da rede controlada no nível da operação para o qual a capacitação está sendo prevista. Observa-se que a infraestrutura pode influenciar as competências técnicas existentes no contexto em análise (ver Figura 19). Solucionada a dificuldade de infraestrutura, avaliam-se os possíveis problemas relativos às atividades de operação do sistema conforme levantado nesta pesquisa.

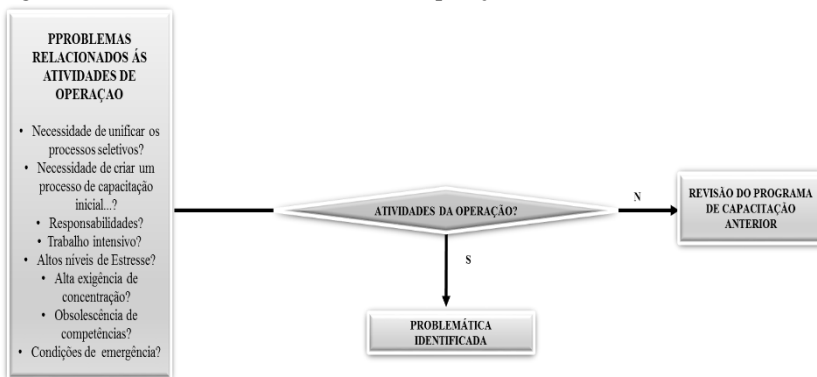
5.2.2 Atividades da operação do sistema

No Brasil, os diversos programas de capacitação para os diferentes níveis da operação do SIN não estão unificados, embora as atividades de controle do sistema sejam interdependentes. Os problemas relacionados às atividades das equipes de operação do SEB e que podem demandar necessidades de capacitação segundo esta pesquisa são:

- Falta de unificação dos processos seletivos dos operadores do SEB;
- Carência de um processo de capacitação inicial padronizado para todo o país, baseado em normas internacionais, competências técnicas e comportamentais;
- Responsabilidades dos operadores: papel ativo no diagnóstico e controle de sistemas; análise de cenários; decisões rápidas; execução de instruções quanto à segurança, manutenção e economia do sistema.
- Trabalho intensivo;
- Altos níveis de estresse;
- Alta exigência de concentração;
- Obsolescência de competências de operadores experientes;
- Condições de emergência.

Caso não existam problemas relacionados às atividades atuais dos operadores, pode haver uma defasagem na capacitação aplicada anteriormente. É necessário revisar o processo de capacitação anterior. Somente após a primeira rodada de capacitação é que, a partir da etapa de avaliação, poderá ser realizada uma revisão da capacitação anterior para reformular o programa. A Figura 19c mostra o processo de análise dos possíveis problemas relativos às atividades de operação de SEPs.

Figura 19c - Problemas das atividades de operação



Fonte: Autor.

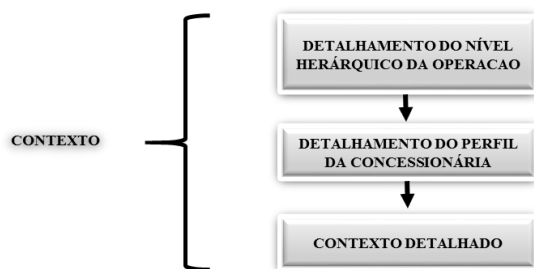
Os problemas relacionados às atividades da operação, quando existentes podem estar determinando as competências comportamentais

existentes (ver Figura 19). A identificação destes problemas não exclui uma análise de problemáticas concomitantes em relação à infraestrutura (item 5.2.1). Portanto, os problemas podem ser de natureza técnica e/ou comportamental. O contexto e a problemática, por estarem inter-relacionados devem ser analisados concomitantemente. O nível hierárquico da operação e o perfil da concessionária podem apresentar itens interdependentes à identificação dos problemas. A seguir detalha-se a análise de contexto.

5.3 CONTEXTO

O contexto da capacitação refere-se ao nível hierárquico da empresa e ao perfil da mesma. No nível hierárquico é definido o escopo da capacitação, ou seja, o nível da operação onde será aplicada a capacitação. O perfil empresarial determina a especificidade da área de atuação dos operadores, funções, tarefas e outros limites territoriais e espaciais para as ações de capacitação. A Figura 19d mostra a etapa de análise do contexto.

Figura 19d - Contexto do programa de capacitação



Fonte: Autor.

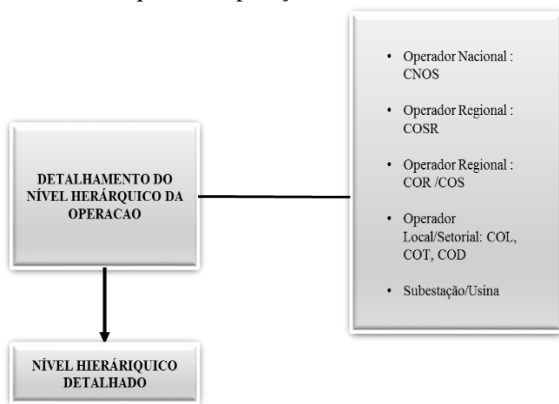
5.3.1 Nível Hierárquico da operação

Conforme as peculiaridades da hierarquia do SEB (ver item 1.5) é necessário detalhar o nível hierárquico em que a capacitação irá ocorrer, levando em consideração suas características. Os níveis podem ser:

- Operador Nacional - Centro Nacional de Operação do Sistema (CNOS) e Centros Regionais (COSR).
- Operador Regional – Centros de Operação Regional (COR) e Centros de Operação do Sistema (COS).
- Operador Local/Setorial de Transmissão/Distribuição – Centros de Operação Local (COL), Centros de Operação de Transmissão (COT) e Centros de Operação de Distribuição (COD).
- Operador de Instalação – Subestação ou Usina.

Esta descrição é útil para ter em conta os procedimentos necessários e a autonomia relativa a cada nível da operação para a realização de manobras. O fluxo de comunicação e solicitação de autorização para tomada de decisão entre os diversos níveis operacionais também é levado em consideração nesta fase de análise do contexto. A Figura 19e mostra o detalhamento do nível hierárquico da operação.

Figura 19e - Nível hierárquico da operação



Fonte: Autor.

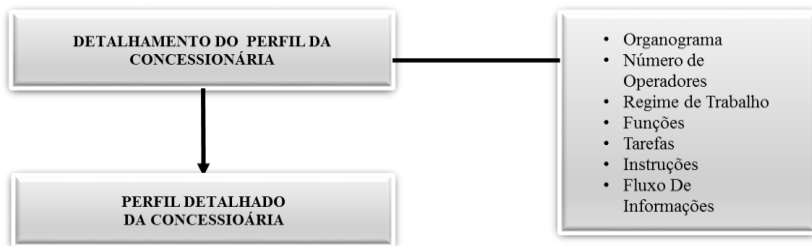
5.3.2 Perfil da Concessionária

Para definir o perfil da concessionária, com vistas a compreender o perfil exigido frente às condições de trabalho em empresas do SEB, é necessário caracterizar os seguintes pontos:

- Organograma - é útil para saber sobre a hierarquia interna da organização e prever efeitos da capacitação nas relações entre chefes e subordinados no momento de planejar o programa;
- Número de operadores - saber sobre a quantidade de operadores por turno possibilita o dimensionamento do tempo;
- Regime de trabalho - ter noção da carga horária permite saber a abrangência das atividades a serem desenvolvidas em grupo ou individualmente;
- Perfil profissional dos operadores – auxilia no mapeamento do conhecimento a respeito das competências existentes para atuar na operação;
- Funções e Tarefas dos operadores - auxilia na compreensão do nível de conhecimento e habilidades requeridas dentro do escopo organizacional da capacitação a ser planejada e desenvolvida;
- Fluxo de informações - as instruções delimitam o fluxo formal das informações no âmbito interno da organização e desta para com outros níveis da hierarquia da operação às quais a capacitação deverá atender para que sejam executadas com efetividade.

A Figura 19f mostra os critérios para o detalhamento do perfil relativo à capacitação a ser planejada.

Figura 19f - Detalhamento do perfil da concessionária

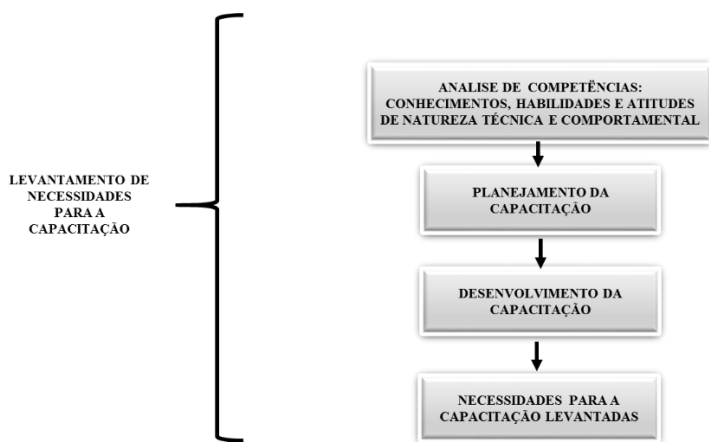


Fonte: Autor

5.4 LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES PARA CAPACITAÇÃO

Após terem sido verificadas as problemáticas e o contexto para a capacitação, são levantadas as necessidades de capacitação. Esta etapa implica em analisar as competências, planejar, desenvolver e preparar a capacitação para posteriormente aplicá-la. A Figura 19g ilustra o processo de levantamento de necessidades de capacitação.

Figura 19g - Levantamento de necessidades para a capacitação



Fonte: Autor.

5.4.1 Análise de competências

A etapa de análise envolve a avaliação de conhecimentos, habilidades e atitudes, ou seja, análise das competências individuais e coletivas dos operadores. A técnica a ser aplicada nesta fase é a *Job Analysis*. Os requisitos para a implantação da *Job Analysis* devem ser compatíveis com os requisitos de outros processos de capacitação já consolidados na organização. Devem ser definidos os seguintes requisitos:

a) indicadores de desempenho em capacitação, objetivos-chave, requisitos de desempenho no local de trabalho e requisitos de formação;

MATRIZ DE ANÁLISE TRABALHO/TAREFA (conhecimentos = c, habilidades = h e atitudes = a).									
POSTO DE TRABALHO	c1	c2	c3	h1	h2	h3	a1	a2	a3
Tarefa 1									
Tarefa 2									
Tarefa n									

Fonte: Autor.

É usual, segundo as experiências analisadas nesta tese, tanto nos procedimentos de seleção, quanto para a certificação de operadores, a avaliação de competências por meio de testagem psicológica. Cukaleviski *et al.* (2012) afirmam que as medições de conhecimentos e habilidades costumam ter altos custos se aplicados com os rigores de validade e confiabilidade necessários.

Para atingir a validade deve-se:

- Testar o desempenho prático por meio da realização da tarefa e o desempenho verbal por meio da descrição;
- Questionar o candidato por meio de uma linguagem que lhe é acessível;

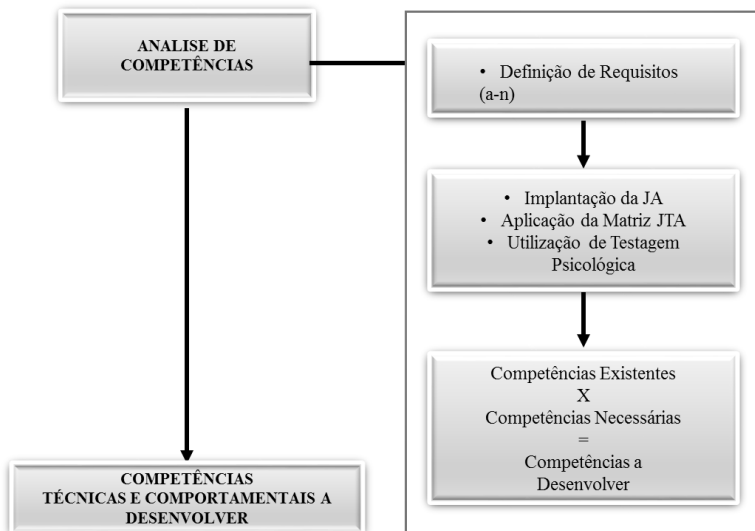
Para atingir a confiabilidade deve-se:

- Atingir o mesmo resultado em contextos diferentes por avaliadores diferentes.

As tarefas são selecionadas com base em dados referentes aos critérios relativos a cada elemento das mesmas. No contexto desta pesquisa, deve-se analisar os fatores determinantes das necessidades de capacitação e as ferramentas necessárias ao desenvolvimento de competências técnicas e comportamentais.

Por meio da análise de requisitos identifica-se *gaps* entre as competências existentes e as competências necessárias para desempenhar as tarefas de operação em tempo real. Isto irá resultar nas competências a serem desenvolvidas por meio de uma capacitação planejada.

Figura19i - Análise de Competências



Fonte: Autor

5.4.2 Planejamento da capacitação

Na fase de planejamento são criados os objetivos, de que maneira a capacitação será executada, como a aprendizagem será verificada e como a capacitação será avaliada.

Devem ser criados os objetivos de aprendizagem. Primeiro, são desenvolvidos os objetivos finais que explicam para que a equipe treinada deverá estar capacitada a fazer após o treinamento. Após, define-se os objetivos específicos que determinam quais conhecimentos, habilidades e atitudes devem ser abordados na capacitação. Os objetivos são sequenciados para permitir que os trainees executem transições lógicas de um assunto para outro. Eles servem como base para a estrutura do projeto de capacitação.

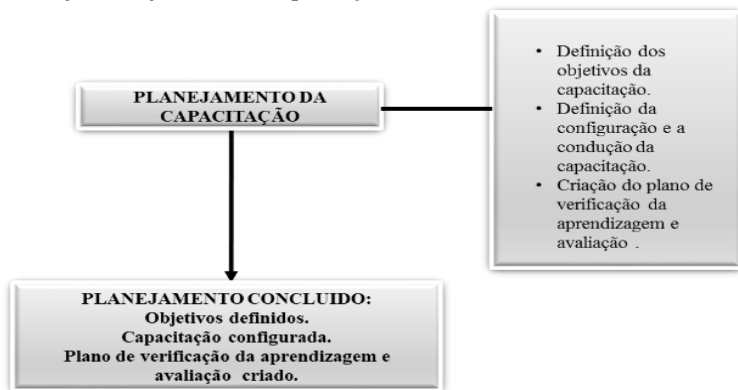
A fase de planejamento determina como o conhecimento será transferido, ou seja, quais técnicas de capacitação serão utilizadas e como a capacitação será configurada. Podem ser utilizados dispositivos de ensino e aprendizagem tais como: treinamentos individuais ou em grupo,

treinamento em simuladores, *workshops* e aulas entre outros. O planejamento consiste, também, em escolher quem irá conduzir a capacitação conforme as competências a desenvolver.

Em função dos objetivos descritos para a capacitação deve ser desenvolvido um plano de avaliação de maneira a determinar se os mesmos foram atingidos e verificar o que os trainees realmente aprenderam.

A Figura 19j ilustra a etapa de planejamento da capacitação.

Figura 19j - Planejamento da capacitação



Fonte: Autor.

5.4.3 Desenvolvimento da capacitação

Na fase de desenvolvimento o planejamento da capacitação é colocado em ordem de aplicação e o material é preparado. Este material deve incluir o plano de desenvolvimento, os objetivos e os recursos a serem utilizados na capacitação. As etapas da fase de desenvolvimento são:

- Desenvolvimento do cronograma - deve fornecer uma estrutura detalhada da capacitação.
- Desenvolvimento de materiais didáticos e outros recursos – registrar o plano de capacitação e o plano de avaliação, desenvolver materiais de apoio do curso que instrutores irão apresentar durante a fase de implementação, desenvolver meios de comunicação, dando forma de apresentação para melhorar a

transferência de conhecimentos procurando estimular os sentidos e o interesse dos *trainees*.

A Figura 19k mostra a fase e desenvolvimento da capacitação com suas devidas etapas.

Figura 19k - Desenvolvimento da capacitação



Fonte: Autor.

5.5 ESCOLHA DE TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO

Neste item é detalhado o processo de escolha das técnicas de capacitação para aplicação no programa de capacitação conforme o levantamento prévio de necessidades. Destacam-se os critérios para a escolha das técnicas para cada situação diagnosticada a “caixa de ferramentas” de onde será retirado o conjunto de técnicas para compor a capacitação específica. Observa-se que esta etapa pode ocorrer de modo paralelo e dinâmico e intermitente, englobando, ao mesmo tempo a fase de desenvolvimento. A Figura 19l ilustra o processo de escolha das técnicas de capacitação.

Figura 19l - Escolha das técnicas de capacitação

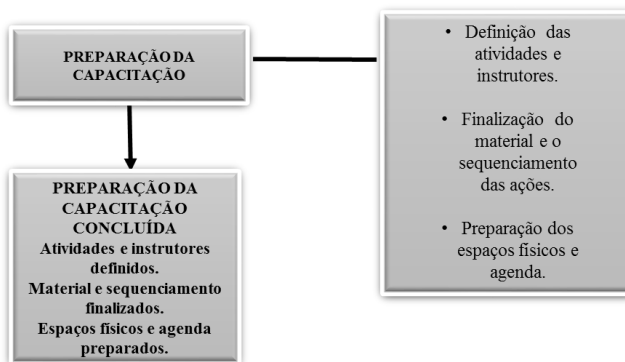


Fonte: Autor.

5.5.1 Preparação da capacitação

Nesta etapa, definem-se as atividades a serem executadas pelos instrutores e pelo pessoal de apoio, a aplicação da análise, a concepção, o desenvolvimento e a utilização de materiais didáticos e técnicas de capacitação. Finaliza-se o material e a escolha de recursos, o sequenciamento das técnicas, a escolha dos instrutores e a agenda para a aplicação do programa em si. A Figura 19m mostra como preparar a capacitação.

Figura 19m - Preparação da capacitação



Fonte: Autor.

5.5.2 Definição das Técnicas de Capacitação

Ao definirem-se as técnicas deve-se observar o tipo de problema que demandou a elaboração do programa, o contexto da organização demandante e as necessidades particulares da equipe a ser treinada. Analisar o que é necessário aprender, ou seja, quais competências devem ser desenvolvidas é um dos critérios de escolha. Verificar as exigências sensoriais dos aprendizes é outro critério a ser considerado para a seleção das técnicas. Deve-se considerar se há meios de comunicação disponíveis e *know-how* nas técnicas a serem aplicadas.

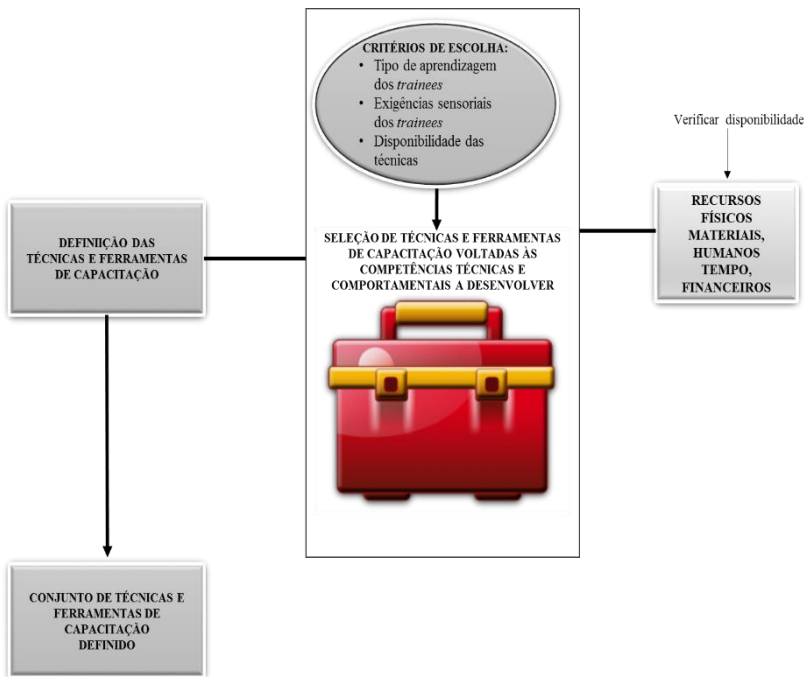
O sequenciamento, ou seja, a determinação da ordem lógica em que a capacitação será conduzida deve avançar de modo coerente com as necessidades e com as atividades reais dos *trainees*. É preciso ensinar primeiro o mais simples, progredir do geral para o específico, proporcionando práticas que possam ser transferidas ou que permitam fazer analogias com o ambiente de trabalho.

A Figura 19n mostra o processo de definição das técnicas de capacitação. As técnicas levantadas como adequadas devem ser selecionadas na “caixa de ferramentas” de acordo com o plano de capacitação.

A disponibilidade de recursos materiais e os espaços físicos para a realização da capacitação são fatores limitantes e determinantes para a escolha das técnicas. Os recursos financeiros para o planejamento de custo, o tempo disponível, as possibilidades de contratação de instrutores

e as eventuais possibilidades de investimentos no desenvolvimento de novas ferramentas, também são variáveis a considerar na etapa de definição.

Figura 19n- Definição das técnicas de capacitação



Fonte: Autor.

5.5.2.1 Conjunto de Técnicas e Ferramentas de Capacitação (“caixa de ferramentas”)

A seguir, são conceituadas as técnicas disponíveis para escolha durante a elaboração do programa de capacitação. Elas podem ocorrer na modalidade *on-the-job*, ou seja, envolver o ambiente natural de trabalho, simulação ou podem ser de outras naturezas como técnicas de grupo com caráter comportamental, social ou interativo e psicológico.

a) *Modalidades on-the-job*

- Demonstração
- *Job instruction training*
- *Apprenticeship*
- *Job rotation*
- Mapeamento Cognitivo
- Simulação – ao vivo, virtual, construtiva

b) Técnicas com ênfase no desenvolvimento de competências comportamentais.

- *Vestibule training*
- *Coaching – Understudy*
- Palestras e Conferências
- *In-basket exercise*
- *Role play*
- *Management game*
- *Sensitivity training*
- Análise Transacional
- Desenvolvimento Organizacional
- *Syndicate*
- *E-learning*
- *Workshops*
- Atividades de campo
- Autoestudo

5.6 PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO

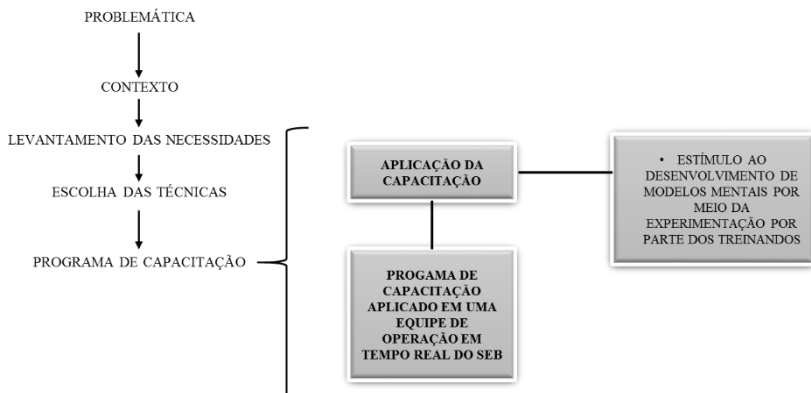
O programa de capacitação é consequência dos passos anteriores, isto é, identificação dos problemas que demandam a capacitação, análise do contexto e levantamento de necessidades. Neste item é descrito como se deve aplicar o programa de capacitação.

Um programa de capacitação precisa apoiar uma abordagem ativa e exploratória (REASON, 1990). Ele deve ser formatado para estimular os trainees a desenvolverem seus próprios modelos mentais e utilizar estratégias de risco para experimentar a viabilidade de alternativas ainda

desconhecidas. Portanto, deve-se contar com a presença do erro para aprender a corrigi-lo.

A aplicação é a entrega da capacitação de uma forma eficaz e eficiente. A Figura 19o sintetiza as etapas necessárias para chegar até o programa de capacitação em si e sua aplicação com vistas a proporcionar a aprendizagem por meio da experimentação por parte dos trainees.

Figura 19o - Aplicação da capacitação



Fonte: Autor.

Depois da aplicação é necessário avaliar a capacitação com vistas a revisar os pontos que não foram atendidos de modo efetivo.

5.7 AVALIAÇÃO

Apesar de ser identificada como a última fase do método, a avaliação da capacitação é realizada durante todo o processo de elaboração para identificar se o que está sendo feito está coerente com o objetivo inicial. Após a realização da capacitação a avaliação formal do mesmo deverá ser feita para avaliar sua efetividade. Deve ser avaliado se houve melhora no desempenho da equipe e se a capacitação foi importante para a organização.

A avaliação pode ocorrer formalmente por meio da elaboração de questionários e entrevistas com os participantes. Depois de realizada, seus resultados devem ser analisados e interpretados de forma que os trainees recebam um retorno sobre seu desempenho (*feedback*) e as equipes de

planejamento e execução recebam um retorno sobre a condução dos objetivos do trabalho (*feedforward*).

Neste processo deve ser identificado o que necessita ser revisado na capacitação para atingir as necessidades avaliadas como pendentes. Ao final, devem-se gerar documentos e relatórios para que a capacitação seja reformulada, caso necessário. Caso não haja necessidade de envolver novos problemas de infraestrutura ou novas situações relativas às atividades de operação, a capacitação necessita ser revisada. Isto significa retomar o processo desde as etapas de análise de competências, verificando-se os *gaps* ainda existentes e o planejamento. Nestes casos, a análise de competências é resultante da avaliação dos *trainees* e concomitante ao planejamento resultante de seu somatório com o *feedforward* dos mesmos sobre a capacitação anterior.

A avaliação do programa de capacitação deve ser composta por:

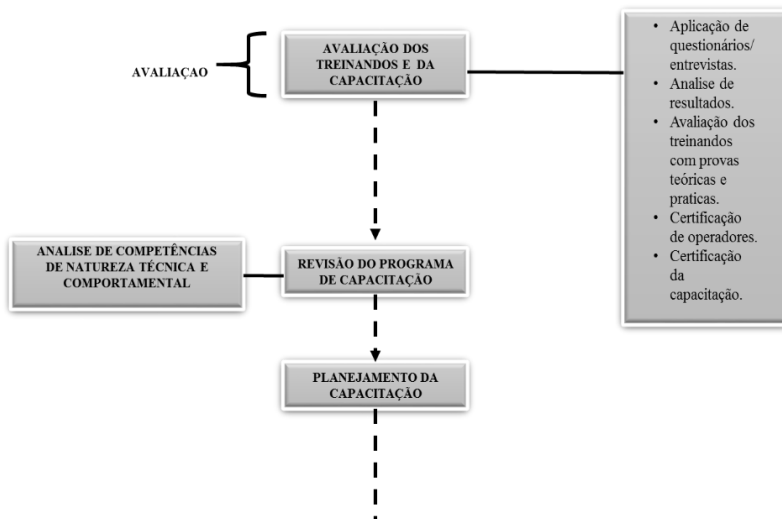
- Aplicação de questionários e entrevistas com os *trainees*;
- Análise de resultados;
- Certificação do programa segundo as normas internacionais de operação e capacitação de operadores de SEPs.

A avaliação dos *trainees* deve ser composta por:

- Aplicação de provas teóricas e práticas,
- Certificação dos *trainees* segundo as normas internacionais de operação e capacitação de operadores de SEPs.

A Figura 19p mostra os elementos que devem compor o processo de avaliação da capacitação e dos *trainees*.

Figura 19p- Avaliação



Fonte: Autor.

5.8 MÓDULOS DE CAPACITAÇÃO

Neste item é sugerido um conjunto de módulos de capacitação organizado de modo a compor programas de formação inicial e continuada. O primeiro pode ser utilizado com caráter eliminatório, para nivelamento de iniciantes e para atingir requisitos de certificação interna e externa. A formação continuada tem o propósito de manter os operadores atualizados. Observa-se que este conjunto de módulos é um padrão sujeito a adequações de problemática (item 5.2), contexto (item 5.3) e outras escolhas necessárias segundo a validação e futura aplicação do método. No Quadro 8 estão os módulos de capacitação propostos segundo este estudo.

Ambas as capacitações envolvem as competências técnicas e comportamentais, as devidas ferramentas para seu desenvolvimento e os respectivos recursos identificados na literatura e nas experiências pesquisadas neste estudo. Em relação às competências técnicas destacam-se os tradicionais recursos de aulas expositivas e as atividades de *e-learning*. Em relação às competências comportamentais destacam-se os *workshops*.

A principal ferramenta para a capacitação é a simulação acompanhada da técnica do *role playing*. A simulação está o mais próximo possível da realidade do trabalho de operação em tempo real em SEPs. O *role playing* permite “simular” o papel de diversos interlocutores na hierarquia da operação e observar como os *trainees* estão agindo em termos de interpretação de ordens, confiança sob pressão, tempo de decisão e outros fenômenos comportamentais.

Para a organização do espaço físico e dos materiais, sugere-se um ambiente específico para a capacitação, exceto para as atividades *on-the-job* e as visitas técnicas. Observa-se que a experiência internacional da REE mostra que a organização de uma escola de capacitação e a formação integrada e alinhada à política de RH da empresa são fatores diferenciais. A experiência, ainda, revela que uma equipe de profissionais experientes, especializados e especificamente lotados para as tarefas de capacitação pode favorecer a isenção, a validade e a confiabilidade do desempenho dos operadores na formação inicial e continuada.

Em relação ao tempo e os intervalos entre as formações foram realizadas uma média e uma distribuição baseadas entre as sugestões das normas internacionais e as experiências estudadas. Estas foram sugeridas e podem ser redistribuídas conforme as avaliações realizadas após a aplicação inicial do método em uma empresa do SEB.

COMPETÊNCIAS	TIPO DE CAPACITAÇÃO	CONTEÚDO	TÉCNICAS E FERRAMENTAS	RECURSOS			
				FÍSICOS	MATERIAS	HUMANOS	TEMPO
TÉCNICAS	I. INICIAL	a) Conhecimentos específicos de operação de sistemas elétricos (nivelamento)	Aulas expositivas/ palestras	Sala de aula	Apostilas	Professores Especialistas em Eletricidade	12h
		b) Fundamentos de eletricidade	Aulas expositivas/ Palestras	Sala de aula	Apostilas	Professores Especialistas em Eletricidade	12h
		c) Componentes do sistema de operação	Demonstração Visitas técnicas	Ambiente de trabalho	Sistema Operacional	Professores Especialistas em SE	12h
		d) Noções básicas de operação do sistema	Aulas expositivas/ Palestras	Salas de Aula	Apostilas	Professores Especialistas em OSE	12h
		e) Monitoramento e controle do sistema	<i>Job Instruction</i> Visitas técnicas	Sala de Aula	Apostilas Normas Técnicas e IOs	Professores Especialistas em OSE.	20h

COMPETÊNCIAS	TIPO DE CAPACITAÇÃO	CONTEÚDO	TÉCNICAS E FERRAMENTAS	RECURSOS			
				FÍSICOS	MATERIAS	HUMANOS	TEMPO
		f) Emergência e restauração do sistema	Simulação/ <i>Role playing</i>	Sala de Capacitação	Simulador	Instrutores experientes (mais de 3 anos)	220h
		g) Supervisão	<i>On-the-job training</i>	Ambiente de trabalho	Sistema de Operação	Operadores experientes (que passaram por uma capacitação continuada)	240h
COMPORTEMENTAIS	1. INICIAL	h) Autocontrole / controle emocional i) Prevenção ao estresse j) Comunicação interpessoal k) Trabalho em equipe l) Negociação/persuasão m) Liderança n) Atenção concentrada o) Rapidez de raciocínio na tomada de decisão p) Flexibilidade/adaptação	<i>Workshops /roleplay/</i>	Ambiente de capacitação	Simulador Observatório de Comport.. Apostilas	Instrutores especialistas em OSE Profissionais de RH Especialistas em CH	72h
TOTAL:							600h ano ⁷

⁷ Tempo Médio: ONS REE (NERC, ENTSO-E) - 4h/d /ano.

COMPETÊNCIAS	TIPO DE CAPACITAÇÃO	CONTEÚDO	TÉCNICAS E FERRAMENTAS	RECURSOS			
				FÍSICOS	MATERIAS	HUMANOS	TEMPO
TÉCN. 2.CONT.		a) Revisão de conceitos de Operação.	<i>E-learning</i>	Computador Pessoal	CD-ROM Apostilas Vídeos	Monitores <i>on-line</i>	8h
TÉCNICAS/ COMPORT. 2.CONTINUADA		b) Revisão de Experiências Passadas c) Restauração do Sistema e emergência d) Autocontrole/controlado emocional e) Prevenção do estresse f) Competências identificadas em 2b e 2c.	<i>Estudos de Caso/ Role playing</i> <i>Workshops</i>	Ambiente de Capacitação	Simulador Observatório De Comportam. Apostilas	Instrutores especializados em operação de sistemas elétricos e RH e Especialistas em CH.	44h 28h
TOTAL:							80h /ano ⁸
LEGENDA SE - SISTEMAS DE ELETRICIDADE OSE - OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE ELETRICIDADE RH - RECURSOS HUMANOS CH - COMPORTAMENTO HUMANO Comport. - comportamento							

Quadro 8 - Módulos de Capacitação

Fonte: Autor.

⁸ Base: NERC, ENTSO-E, REE, ONS.

A formação inicial chega a um total de 600h. Cumprem-se em torno de 500h de formação técnica em teoria e prática mais 72h de workshops para trabalhar competências comportamentais, além dos *roleplays* e observação de comportamento.

Para a avaliação das competências técnicas, sugerem-se os tradicionais testes teóricos que podem vir acompanhados de manobras, ou seja, realização de IOs em simuladores. A empresa estabelecerá um desempenho mínimo que poderá servir para a certificação do operador e da mesma junto ao ONS.

Para a atualização técnica é prevista uma revisão anual de 52h. Em relação às competências comportamentais (8h), as quais se observou que não são aprofundadas no contexto brasileiro, propõem-se alguns indicadores com vistas a completar o protocolo de análise de competências. Salienta-se que oficinas de autocontrole e gerenciamento do estresse são recomendadas regularmente em função de estarem identificados neste estudo como fenômenos típicos da atividade de operação em tempo real. Para realização do diagnóstico da necessidade de desenvolvimento de competências de ordem comportamental, sugerem-se os respectivos indicadores e ferramentas para diagnóstico:

- Autocontrole - observação do comportamento pela chefia imediata durante a rotina de trabalho e por profissionais especializados nos exercícios de *role playing*;
- Predisposição ao estresse – observação do comportamento pela chefia imediata durante a rotina de trabalho e por profissionais especializados nos exercícios de *role playing* ;
- Comunicação interpessoal - observação do comportamento pela chefia imediata durante a rotina de trabalho e por profissionais especializados nos exercícios de *role playing*;
- Potencial de trabalho em equipe - observação do comportamento pela chefia imediata durante a rotina de trabalho e por profissionais especializados nos exercícios de *role playing*;
- Negociação/persuasão - observação do comportamento pela chefia imediata durante a rotina de trabalho e por profissionais especializados nos exercícios de *role playing*;

- Liderança - observação do comportamento pela chefia imediata durante a rotina de trabalho e por profissionais especializados nos exercícios de *role playing*;
- Atenção concentrada - erro no cumprimento de IOs por operador observado em relatórios de Análise de Ocorrência, Perturbações ou Análise Operacional (exemplo **ANEXO F**);
- Rapidez de raciocínio na tomada de decisão – tempo médio de recuperação do sistema em procedimentos de emergência por equipe em determinado período de tempo observado em relatórios de Análise de Ocorrência, Perturbações ou Análise Operacional. Cumprimento dos tempos previstos nos cálculos de Parcela Variável⁹ (ONS, 2015b; **ANEXO G**);
- Flexibilidade/adaptação – capacidade de busca de alternativas dentro das possibilidades prescritas nas IOs observadas em relatórios de Análise de Ocorrência, Perturbações ou Análise Operacional (**ANEXO H**);
- Tais competências também podem ser avaliadas por meio de aplicação de instrumentos de avaliação psicológica por profissionais devidamente habilitados (ver item **5.4.1**).

Os indicadores sugeridos na listagem podem ser atingidos por meio da observação da chefia imediata, nos exercícios de *role play*, por análise de perturbações e relatórios de ocorrência e aplicação de instrumentos de avaliação psicológica por profissionais especializados. Tais indicadores podem compor um observatório comportamental capaz de prescrever futuras necessidades de capacitação no âmbito psicossocial.

O principal meio para observação pode ser o *roleplay*, já reconhecido como forma mais aproximada de simular o ambiente real de trabalho dos operadores. Ademais, existem experiências de simulação baseadas em *role play* para o desenvolvimento de competências tais como

⁹ A Parcela Variável (PV) causa perda financeira proporcional ao tempo de indisponibilidade de energia causada por falha humana. Pode gerar danos à imagem da empresa, cortes de carga, multas, danos aos equipamentos, risco de acidentes e mortes.

liderança, negociação, desempenho de equipes e comunicação em equipes ligadas a engenharia e sistemas de operação (NAKAMURA *et al.*, 2011; NAKAMURA *et al.*, 2014). No APÊNDICE A é exibido um desenho como sugestão para exercício de *role play* a partir do qual se pode gerar um observatório comportamental. No desenho é sugerido um protocolo com questões a serem respondidas por especialistas observadores e avaliadores experientes em CH, RH e em operação de SEPs. A avaliação pode ser útil para encaminhamento de desenvolvimento de competências comportamentais em workshops de capacitações continuadas.

Salienta-se que as competências comportamentais são complementares ou genéricas (REE, 2014) e seu desempenho, na experiência dos especialistas entrevistados, é associado ao nível técnico dos operadores. Portanto, nota-se que um desempenho comportamental satisfatório pode ser favorecido por uma base técnica suficiente em termos de conhecimentos específicos.

A seguir, o método proposto é validado por especialistas na área de estudo desta tese.

6 VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS

É possível validar um estudo qualitativo por meio de técnicas para confirmar os dados pesquisados (BRADLEY, 1993). A validação por especialistas foi um procedimento necessário para tornar o método proposto nesta pesquisa aplicável ao contexto de trabalho das equipes de operação em tempo real do SEB. Com a avaliação realizada por Engenheiros Eletricistas, e, principalmente, técnicos de operação do ONS, acredita-se na possibilidade de elaborar programas de capacitação adequados à complexidade hierárquica do SIN. Uma vez que estes profissionais realizam o controle no topo do sistema, possuem uma visão geral do mesmo e sua opinião está qualificada para avaliar o grau de importância dos itens propostos nas etapas do método.

Para tanto, optou-se pela aplicação de um questionário com escala de percepção do tipo Lickert¹⁰. Ainda, solicitou-se aos avaliadores que informassem o grau de satisfação geral com o método, atribuíssem uma nota para o mesmo e fizessem sugestões à proposta delineada neste estudo.

Uma primeira versão do questionário foi pré-testada por meio de entrevista junto a um Gestor de Operação do ONS. Por iniciativa do gerente, sua equipe de Engenheiros de Tempo Real contribuiu com sugestões para adequação da estrutura e linguagem do protocolo de validação. A seguir, o formulário de validação foi testado pelo pesquisador com 06 operadores no COSR-S. Após os ajustes necessários chegou-se ao questionário mostrado no **APÊNDICE B**, o qual está dividido nos seguintes blocos: Problemática, Contexto, Levantamento de necessidades para a capacitação, Escolha das técnicas de capacitação, Programa de capacitação e Avaliação.

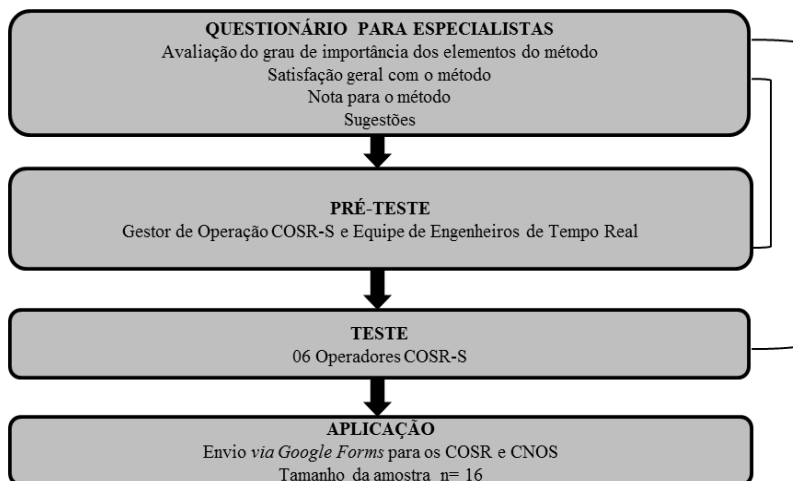
O questionário de validação foi enviado aos quatro COSR e ao CNOS via *Google Forms* para coletar respostas de Operadores, Engenheiros e Gestores de Tempo Real. No prazo preestabelecido de 30 dias foi possível coletar um total de 16 respostas. A amostra foi definida por condições de acesso e limitação de prazos para a pesquisa. Considerou-se um universo aproximado de 150 profissionais. O principal critério utilizado é a qualificação profissional dos avaliadores (ver item

¹⁰ Esta escala métrica, frequentemente, é chamada de quantitativa (HAIR Jr. et al., 2005). Entretanto, esta tese mantém o caráter eminentemente qualitativo. A quantificação das percepções dos especialistas tem a intenção de buscar compreender o grau de intensidade das avaliações.

6.1.1). A seguir, são apresentados e analisados os dados da validação do Método para elaborar programas de capacitação de operadores do SEB.

A Figura 20 mostra o processo de validação do método junto aos especialistas do SEB.

Figura 20 – Processo de Validação



Fonte: Autor.

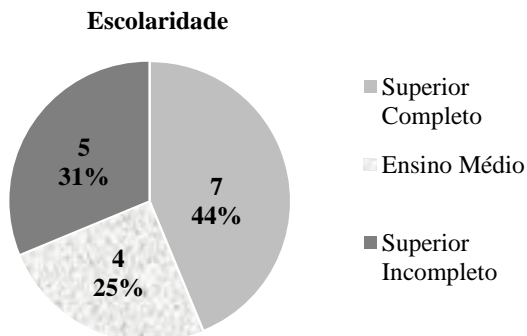
6.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA VALIDAÇÃO

A seguir são apresentados e analisados os dados da validação do método proposto nesta pesquisa. Primeiro, mostra-se o perfil dos respondentes. Em segundo lugar são apresentados e analisados os dados referentes ao **APÊNDICE B**.

6.1.1 Perfil dos respondentes

Os Gráficos 3 até 8 exibem o perfil dos respondentes. No Gráfico 3 mostra-se a escolaridade dos entrevistados.

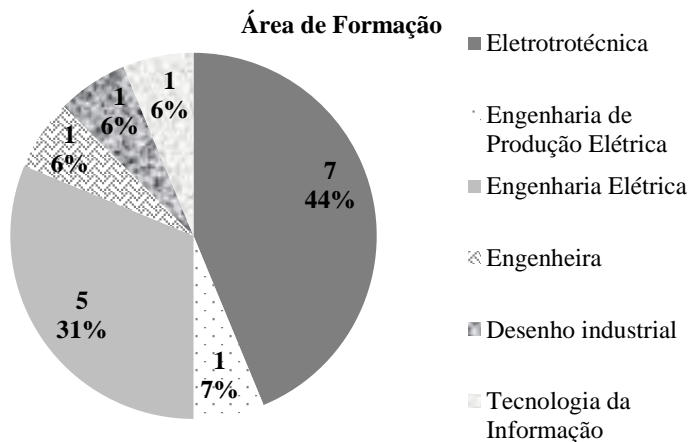
Gráfico 3- Escolaridade



Fonte: Autor.

Observa-se que 75% dos respondentes possuem Ensino Superior completo ou estão cursando uma faculdade. Este dado é significativo para a validação desta pesquisa uma vez que no Brasil, nível superior não é exigido para a função de Operador de Sistemas Elétricos.

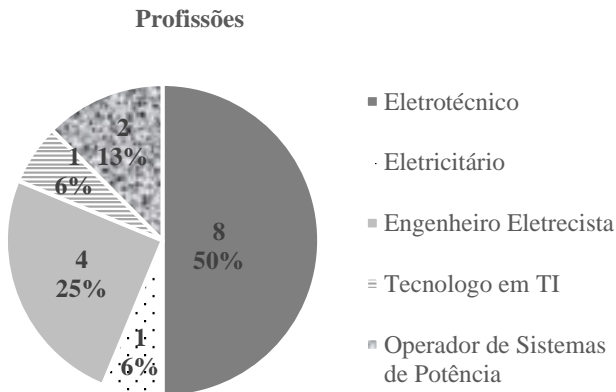
Gráfico 4 - Áreas de Formação



Fonte: Autor.

No Gráfico 5 estão discriminadas as profissões informadas pelos respondentes.

Gráfico 5- Profissões dos respondentes

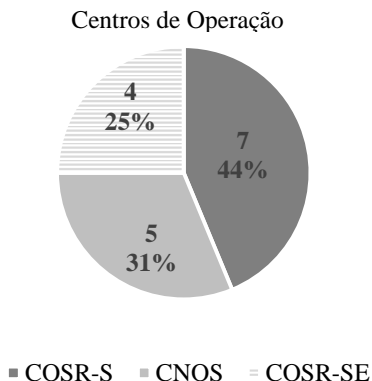


Fonte: Autor.

Os eletrotécnicos de nível médio constituem 50% dos respondentes. Aqueles que associaram a profissão ao cargo ou função que ocupam no SIN/SEB se auto denominaram Operadores de Sistemas de Potência e Eletricitário (termo utilizado para trabalhador da operação em geral). Os demais são Engenheiros Eletricistas (4) e Tecnólogo em TI.

O Gráfico 6 mostra os centros de operação do ONS onde estão lotados os respondentes do questionário de validação.

Gráfico 6 - Centros de Operação Contemplados na Validação

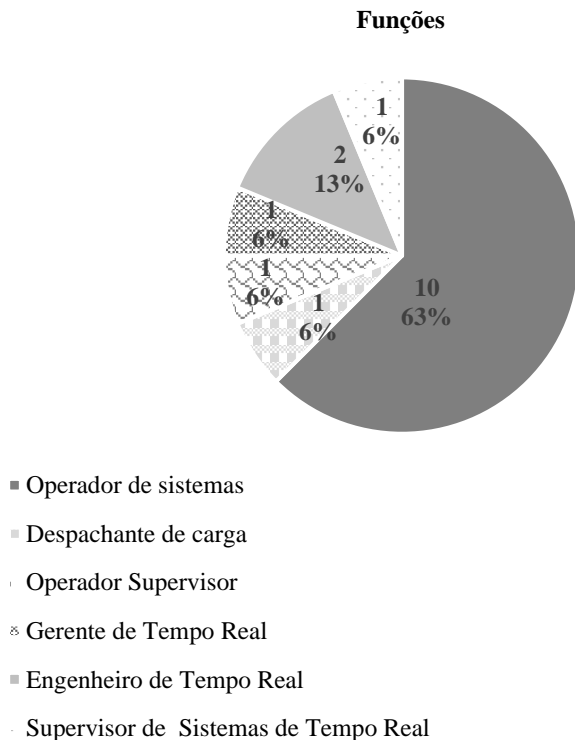


Fonte: Autor.

É possível visualizar que três dos cinco centros do ONS instalados no Brasil são contemplados na validação. A maioria dos respondentes (44%) trabalha na região Sul, provavelmente pela proximidade geográfica para a pesquisa e pela realização de contatos prévios nesta localidade. A participação de quatro profissionais lotados no CNOS, centro de maior nível hierárquico na coordenação do SIN também é fator de destaque na qualificação dos especialistas que validaram esta pesquisa.

Perguntou-se aos respondentes qual a função que exerciam nos centros de operação. No Gráfico 7 estão as funções atribuídas pelos próprios pesquisados.

Gráfico 7 - Funções dos respondentes.



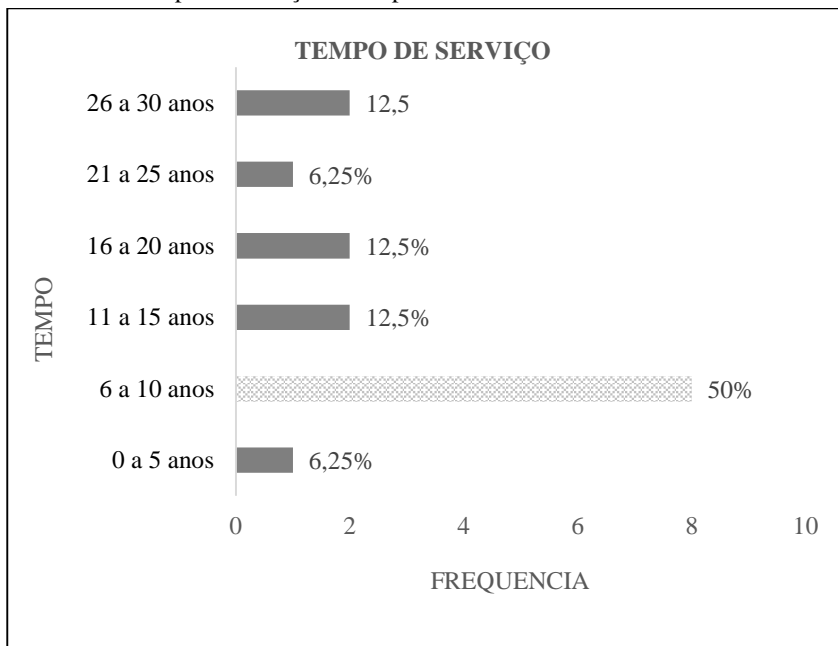
Fonte: Autor.

Dos 16 respondentes, 10 (63%) denominaram-se operadores de sistemas. Despachante de carga (1) é a denominação correlata ao operador do período em que os profissionais não podiam interagir com ou por meio de sistemas de informação. Apenas era possível despachar cargas com o auxílio dos mesmos sem interferir no controle dos SEP.

Os outros respondentes foram dois Supervisores, um de sistemas e um operador, dois Engenheiros e um Gerente de Equipes de Tempo Real. O aumento da complexidade dos SEPs foi acompanhado pela evolução dos sistemas de informação e demandou dos agentes de operação o papel ativo no controle das redes de potência. Os profissionais, além de despachar cargas, passaram a operar e controlar os SEPs.

No Gráfico 8 estão distribuídas as faixas de tempo de serviço dos respondentes em um intervalo de 5 anos.

Gráfico 8 – Tempo de Serviço dos respondentes



Fonte: Autor.

Observa-se que 50% dos respondentes localizaram-se na faixa entre 6 a 10 anos, isto é, período superior à certificação na empresa (3 anos). Ainda, 37,5% têm entre 11 e 30 anos de experiência no setor elétrico. O tempo mínimo de experiência informado é de 5 anos (1 respondente). Portanto, o a experiência acumulada dos respondentes é fator relevante para a validação do método proposto nesta tese.

A seguir, serão apresentadas e analisadas as questões referentes aos graus de importância atribuídos aos elementos e itens do método para capacitação de operadores do SEB.

6.1.2 Problemática: infraestrutura do sistema

Este subitem mostra a avaliação do grau de importância dos itens propostos para compor o diagnóstico da problemática referente à infraestrutura do SIN. A Tabela 8 mostra os resultados para este bloco.

Tabela 8– Problemática: infraestrutura do sistema

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1.Verificar necessidade de adequação da estrutura da rede, da tecnologia e dos equipamentos à operação.	0	0	0	0	2	12,50	2	12,50	12	75,00
2.Verificar necessidade de adequação da documentação técnica à operação.	0	0	0	0	0	0	5	31,25	11	68,80
3.Verificar necessidade de adequação do perfil dos recursos humanos à operação.	0	0	0	0	2	12,50	7	43,75	7	43,75
4.Verificar necessidade de adequação do número de colaboradores por turno à operação.	0	0	0	0	1	6,25	3	18,75	12	75,00
5.Verificar necessidade de atualização dos simuladores aos conhecimentos sobre operações de rotina, urgência e emergência.	0	0	0	0	0	0	4	25,00	12	75,00

Fonte: Autor.

Observa-se que os itens 1, 4 e 5 foram considerados muito importantes para 75,00% dos especialistas em operação do SEB/SIN. O item 2 foi avaliado na escala 4 para 68,80% e o 3 somou 87,50% dos respondentes nos graus 3 e 4 da escala tipo Lickert.

Atualizar a tecnologia da rede, dos equipamentos, dos simuladores e verificar o número de operadores por turno foram considerados itens muito importantes para o diagnóstico de infraestrutura. Os respondentes também consideram importante verificar a necessidade de adequação da documentação técnica e do perfil de recursos humanos à operação.

6.1.3 Problemática: atividades da operação

Na Tabela 09 estão os itens referentes às atividades de operação. Primeiro, foram avaliadas questões referentes à diversidade de modelos de seleção/ contratação e capacitação de operadores no Brasil. Estão neste bloco em virtude de contemplarem pré-requisitos comuns para as exigências inerentes às atividades.

Tabela 9– Problemática: atividades da operação

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
6. Necessidade de unificar os processos seletivos/ contratação dos operadores do Sistema Elétrico Brasileiro.	1	6,25	4	25	6	37,5	4	25,00	1	6,25
7. Necessidade de criar um processo de capacitação inicial padronizado, baseado em normas internacionais, competências técnicas e comportamentais.	0	0	1	6,25	4	25	7	43,75	4	25,00
8. Realizar diagnóstico e controle de sistemas.	0	0	0	0	0	0	8	50	8	50,00
9. Realizar análise e cenários	0	0	0	0	0	0	5	31,25	11	68,75

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10. Tomar decisões rápidas.	0	0	0	0	2	12,5	3	18,75	11	68,75
11. Executar instruções quanto à segurança, manutenção e economia do sistema.	0	0	0	0	1	6,25	5	31,25	10	62,50
12. Trabalho intensivo	0	0	1	6,25	4	25	7	43,75	4	25,00
13. Exposição a altos níveis de estresse.	1	6,25	0	0	4	25	5	31,25	6	37,5
14. Alta exigência de concentração.	0	0	0	0	0	0	4	25,00	12	75,00
15. Necessidade de atualização das competências de operadores mais experientes.	0	0	0	0	0	0	8	50,00	8	50,00
16. Trabalhar sob condições de emergência	0	0	0	0	2	12,5	4	25,00	10	62,50

Fonte: Autor.

Em relação ao item 6, observa-se que 37,50% dos respondentes são indiferentes quanto à necessidade de padronização dos processos de seleção/contratação¹¹. Ainda, 37,50% dos entrevistados mostraram-se indiferentes quanto a este item e um avaliador considerou-o sem importância para a elaboração de programas de capacitação ao SEB. Entretanto, a soma dos graus 3 e 4 para a padronização do processo inicial de capacitação técnica e comportamental é de 68,75%.

Quanto aos itens relativos aos problemas inerentes aos desafios de trabalho, verifica-se que:

- O item “alta exigência de concentração” atingiu o maior grau de intensidade de importância ($\sum 3,4 = 100\%$);

¹¹ Durante o pré-teste os respondentes explicaram a dificuldade de efetivação deste item devido a diversidade de empresas, ao modelo público-privado e os diferentes níveis hierárquicos de controle do SIN. Outros fatores que podem estar influenciando o resultado são os contratos de concessão e a presença de profissionais cedidos e empresas de outros níveis entre os respondentes.

- Realizar análise de cenários e tomar decisões rápidas sucedem o item 14 com 68,75% no nível 4;
- Executar instruções e trabalhar sob emergência atingiram 62,50% no grau máximo da escala tipo Lickert.
- Somando-se as avaliações de nível 3e4 no item 8, tem-se 100% de importância atribuída ao diagnóstico e controle de sistemas. O mesmo ocorre em relação ao item sobre atualização dos operadores experientes, ou seja, capacitação continuada.
- Trabalho intensivo (item 12) soma 68,75% nos níveis 3 e 4 da escala.

6.1.4 Contexto: nível hierárquico da operação

Os quatro níveis da operação do SIN foram contemplados na avaliação do contexto para a elaboração de programas de capacitação de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10– Contexto: nível hierárquico da operação

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
17. Operador Nacional	0	0	0	0	2	12,50	3	18,75	11	68,75
18. Operador Regional	0	0	0	0	2	12,50	3	18,75	11	68,75
19. Operador Local	0	0	0	0	1	6,25	2	12,50	13	81,25
20. Operador de Instalação	0	0	0	0	1	6,25	4	25,00	11	68,75

Fonte: Autor.

Analisando-se a Tabela 10 é possível destacar que a discriminação dos níveis hierárquicos é muito importante em 68,75% das respostas (itens 17, 18 e 20). Diferencia-se o nível “operador local” com 81,25% de importância máxima (4).

No Brasil, o Operador Nacional e os Regionais possuem interações mais próximas e equipamentos de maior qualidade, embora lidem com maiores tensões de carga. Além disso, contratos de concessão tornam possível o enfrentamento de problemas em conjunto. Boa parte das instalações são automatizadas, não havendo necessidade de interferência direta de pessoal. As operações locais, que implicam, muitas vezes na distribuição direta de energia ao consumidor final operam com cargas menores, porém, tem impacto direto na sociedade e costumam ter estruturas mais limitadas.

Estas características da operação do SEB podem explicar o destaque maior para a importância em discriminar o nível da operação local.

6.1.5 Contexto: Perfil da concessionária.

O perfil da concessionária foi avaliado por meio das questões 21 até 28. A Tabela 11 mostra os resultados da avaliação dos especialistas para este bloco relativo ao contexto da operação.

Tabela 11 - Contexto: Perfil da concessionária

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
21. Conhecer organograma da empresa.	0	0	0	0	1	6,25	6	37,50	9	56,25
22. Número de operadores por turno.	0	0	0	0	0	0	3	18,75	13	81,25
23. Regime de trabalho.	0	0	0	0	1	0	2	12,50	13	81,50

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
24. Perfil profissional dos operadores	0	0	0	0	0	0	6	37,50	10	62,50
25. Funções dos operadores.	0	0	0	0	1	6,25	7	43,75	8	50,00
26. Tarefas dos operadores.	0	0	0	0	2	12,50	5	31,25	9	56,25
27. Instruções de Operação.	0	0	0	0	0	0	6	37,50	10	62,50
28. Fluxo de informações.	0	0	0	0	1	6,25	6	37,50	9	56,25

Fonte: Autor.

Para os respondentes, o regime de trabalho da concessionária e o número de operadores por turno são os itens mais importantes deste bloco. Em seguida, estão os itens 24 e 27 com 62,50% no grau 4 da escala, seguidos dos itens 21, 28, 26 e 25.

Entende-se que a maior importância é dada aos itens referentes à distribuição dos funcionários em horas de trabalho. Pode-se inferir que este item destaca a formação de equipes de operação.

Entretanto, conhecer o conteúdo das IOs é considerado mais importante (62,50%; 4) que saber sobre como ocorre o fluxo de informações entre os operadores (56,25%;4).

6.1.6 Levantamento de necessidades: análise de competências

As primeiras duas questões referem-se às técnicas de levantamento de competências necessárias para desenvolver em um programa de capacitação. Na Tabela 12 estão os resultados para a importância da utilização da matriz *JTA* e os instrumentos de avaliação psicológica.

Tabela 12 - Levantamento de necessidades: análise de competências

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
29. Matriz com conhecimentos, habilidades e atitudes para verificar competências a desenvolver na capacitação.	0	0	0	0	2	12,50	7	43,75	7	43,75
30. Instrumentos de avaliação psicológica (testes de avaliação de habilidades, cognitivos e de personalidade e/ou entrevistas psicológicas) para Análise de Perfil de Ingresso.	0	0	1	6,25	3	18,25	7	43,75	5	31,25

Fonte: Autor.

Para os respondentes a utilização da JTA soma 87,50% entre os graus de importância (3 e 4). O grau de indiferença foi atribuído por 2 respondentes (12,50%). A utilização de instrumentos de avaliação psicológica, já tradicionalmente utilizada nos processos de seleção de operadores, assumiu 75,00% na soma dos graus 3 e 4 da escala. Entretanto, há 1 avaliador que considerou pouco importante a utilização de instrumentos psicológicos para analisar o perfil de ingresso de operadores e 3 são indiferentes à aplicação dos mesmos. Entende-se que, apesar de serem ferramentas complementares, os avaliadores consideram mais importante listar as competências a investigá-las por meio de técnicas cientificamente comprovadas.

6.1.7 Levantamento de necessidades: planejamento da capacitação.

Na Tabela 13 são exibidos os resultados dos itens para este bloco.

Tabela 13 - Levantamento de necessidades: planejamento da capacitação

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
31. Definir os objetivos da capacitação.	0	0	0	0	0	0	5	31,25	11	68,75
32. Definir os dispositivos (ferramentas) de aprendizagem e quem irá conduzir a capacitação.	0	0	0	0	1	6,25	7	43,75	8	50,00
33. Criar plano de avaliação dos treinandos.	0	0	0	0	3	18,75	7	43,75	6	37,50
34. Criar plano de avaliação da capacitação.	0	0	0	0	0	0	10	62,50	6	37,50

Fonte: Autor.

Na opinião dos respondentes, a definição dos objetivos é o quesito mais importante durante o planejamento de um programa de capacitação (68,75%; grau 4). Em segundo lugar, foi considerada a definição das ferramentas e dos instrutores, embora 1 avaliador seja indiferente em relação a este item.

Criar plano de avaliação da capacitação, somando-se os graus 3 e 4 da escala foi considerado mais importante que planejar a avaliação dos treinandos. Este resultado pode ser explicado por 75,00% dos respondentes pertencerem às equipes às quais os programas estarão destinados (operadores ou despachante de carga e operador supervisor). É provável que estes respondentes sejam mais críticos em relação às

modalidades de treinamento do que ao próprio desempenho nas capacitações (ver item **6.1.15 Sugestões**).

6.1.8 Levantamento de necessidades: desenvolvimento da capacitação

Na Tabela 14 são exibidos os resultados para este bloco do método.

Tabela 14 - Levantamento de necessidades: desenvolvimento da capacitação.

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
35. Desenvolver o cronograma.	0	0	0	0	0	0	9	56,25	7	43,75
36. Registrar o plano de capacitação.	0	0	0	0	1	6,25	12	75,00	3	18,75
37. Registrar o plano de avaliação.	0	0	0	0	3	25,00	7	62,50	6	17,50
38. Desenvolver material de apoio.	0	0	0	0	0	0	9	56,25	7	43,75
39. Desenvolver meios de comunicação do conhecimento	0	0	0	0	0	0	8	50,00	8	50,00

Fonte: Autor.

Desenvolver os meios de comunicação do conhecimento é o item de maior importância em 50% das respostas dos especialistas. Isto aponta a preferência pela verificação da disponibilidade das técnicas de capacitação, do *know-how* existente e da necessidade de desenvolver novas ferramentas em conformidade com o estilo de aprendizagem dos trainees. Em seguida, estão os itens 38 e 35.

O registro do plano de capacitação foi avaliado como importante em 75% das respostas.

E, dentro de uma coerência lógica, tem-se o registro do plano de avaliação, considerado importante em 62,50% das respostas colhidas no *Google Forms*.

6.1.9 Escolha das Técnicas de Capacitação: preparação da capacitação.

A Tabela 15 mostra os resultados para a preparação da capacitação.

Tabela 15 - Escolha das Técnicas de Capacitação: preparação da capacitação.

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
40. Definir as atividades a serem executadas pelos instrutores e pelo pessoal de apoio, a aplicação da análise, a concepção, o desenvolvimento e a utilização de materiais didáticos e técnicas de capacitação, bem como sua duração.	0	0	0	0	0	0	7	43,75	9	56,25
41. Finalizar o material e a escolha de recursos, o sequenciamento das técnicas e a escolha dos instrutores.	0	0	0	0	2	12,50	9	56,25	5	31,25
42. Preparar os espaços físicos e a	0	0	0	0	1	6,25	4	25,00	11	68,75

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
agenda para a aplicação do programa em si.										

Fonte: Autor.

A preparação dos espaços físicos e da agenda para aplicação do programa de capacitação foi considerada muito importante neste bloco com 68% de concentração no grau 4 da escala. Mais da metade das respostas prioriza a organização das acomodações e do programa de capacitação em si.

Com 100% das respostas no somatório dos graus 3 e 4 da escala está a definição dos executores da capacitação programada. À finalização da preparação do programa foi atribuído o grau importante em 56,25% das respostas.

6.1.10 Técnicas de Capacitação

Este bloco trata das técnicas de capacitação voltadas às operações em tempo real identificadas na revisão bibliográfica e nas experiências de operação de SEPs analisadas nesta pesquisa. A Tabela 16 mostra a avaliação em relação ao grau de importância segundo a avaliação dos respondentes.

Tabela 16- Técnicas de Capacitação

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
43. Capacitação <i>on-the-job</i>	0	0	0	0	1	6,25	7	43,75	8	50,00
44. <i>Coaching</i>	1	6,25	0	0	1	6,25	4	25	10	62,50
45. Simulação OTS	0	0	0	0	1	6,25	2	12,50	13	81,25
46. <i>In-basket exercise</i>	0	0	0	0	2	12,50	6	37,50	8	50,00

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
47. <i>Roleplay</i>	0	0	0	0	1	6,25	8	50,00	7	43,75
48. <i>Management game</i>	0	0	1	6,25	2	12,50	9	56,25	4	25,00
49. <i>Sensitivity training</i>	0	0	1	6,25	1	6,25	11	68,75	3	18,75
50. <i>Análise Transaccional</i>	0	0	0	0	1	6,25	8	50,00	7	43,75
51. <i>Syndicate</i>	0	0	1	6,25	4	25,00	9	56,25	2	12,50
52. <i>E-learning</i>	2	12,50	3	18,75	5	37,50	6	31,25	0	0
53. <i>Autoestudo</i>	0	0	1	6,25	5	31,25	8	50,00	2	12,50
54. <i>Workshops</i>	0	0	1	6,25	2	12,50	6	37,50	7	43,25
55. <i>Atividades de Campo</i>	0	0	1	6,25	0	0	3	18,75	12	75,00

Fonte: Autor.

A Simulação OTS recebeu o grau muito importante em 81,25% das respostas. Atividades de Campo foram avaliadas como muito importantes em 75% das respostas. *On-the-job* recebeu, para 75% das avaliações, o grau 4 na escala tipo Lickert. *In-basket exercise* recebeu avaliação 4 em 50% das respostas. Entretanto, foi avaliada no grau 3 em 37,50% e revelou indiferença em 12,50% das respostas ao questionário de validação do método. *Roleplay* e *Análise Transaccional* foram consideradas com importância em 93,75% das respostas ($\sum 3,4$). *Workshops* receberam avaliação de importância ($\sum 3,4$) em 87,50% das respostas. *Management Game* é importante em 81,25% ($\sum 3,4$) das avaliações dos especialistas em operação do ONS. Ao *Syndicate* foi atribuída importância ($\sum 3,4$) em 68,75% das respostas. O estudo individual recebeu importância ($\sum 3,4$) em 62,50% das avaliações dos especialistas. Em 31,25% das respostas, ao auto estudo, foi atribuída indiferença (grau 2) por parte dos especialistas e, para 18,75% o resultado está posicionado no grau 1 da escala. *E-learning*, embora seja uma técnica de capacitação *on-line* amplamente utilizada nas organizações de TI, por ser de baixo custo e flexível aos *trainees* não recebeu importância máxima. Esta técnica *on-line* foi avaliada com indiferença em 31,25% das respostas e considerada pouco importante em 18,75% das avaliações.

Os resultados expostos na Tabela 16 sugerem a seguinte organização das técnicas e ferramentas para programas de equipes de operação em tempo real na opinião dos especialistas do ONS:

1. Simulação OTS.
2. Atividades de Campo
3. *On-the-job*
4. *Coaching*
5. *In-basket exercise*
6. *Roleplay e Análise Transacional*
7. *Workshops*
8. *Management game*
9. *Sensitivity training*
10. *Syndicate*
11. Autoestudo
12. *E-learning*

6.1.11 Programa de Capacitação

Um programa de capacitação é o resultado da aplicação das etapas do método proposto nesta pesquisa. Neste item foram avaliados os critérios de organização da aplicação de futuros programas de capacitação para operadores do SEB.

Tabela 17- Programa de Capacitação

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
56. Aplicação baseada na experimentação.	0	0	0	0	2	12,5	6	37,5	8	50
57. Sequenciamento do programa.	0	0	0	0	1	6,25	8	50	7	43,75

Fonte: Autor.

Na concepção dos respondentes, em primeiro lugar é muito importante para 50% dos respondentes aplicar os programas de capacitação com base na experimentação (tentativa, erro e correção do erro). Este critério é importante para 37,5% dos avaliadores do método e 2 são indiferentes ao mesmo.

Quanto ao sequenciamento do programa (começar do mais simples ao mais complexo), é possível observar que 6,25% dos respondentes marcam a diferença de importância, o mesmo número (1) em relação à indiferença quanto a este item. Entretanto, 50% dos avaliadores consideram que é importante iniciar as capacitações por conteúdos mais simples de compreender e terminá-las por temas mais complexos.

6.1.12 Avaliação

Para validar os itens sobre avaliação dos *trainees* e da capacitação, os especialistas atribuíram graus de importância às proposições 58 até 62 conforme exhibe a Tabela 18.

Tabela 18- Avaliação dos treinandos e da capacitação

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
58. Utilização de provas teóricas tais como testes e provas práticas como simulações para avaliar os treinandos.	1	6,25	1	6,25	7	43,75	5	31,25	2	12,50

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
59. Utilização de provas teóricas tais como testes para avaliar os treinandos.	2	12,5	5	31,25	5	31,25	3	18,75	1	6,25
60. Utilização de provas práticas tais como simulações para avaliar os treinandos.	0	0	0	0	0	0	8	50	8	50
61. Modelo prevendo feedback dos treinandos e revisão da capacitação para manter os programas e os operadores atualizados	0	0	0	0	1	6,25	7	43,75	8	50

Item	Escala									
	0 = nada importante; 1 = pouco importante; 2 = nem importante, nem sem importância; 3 = importante; 4 = muito importante.									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
62. Certificação dos operadores e das empresas vinculadas à avaliação dos treinandos e dos programas de capacitação.	0	0	0	0	2	12,50	6	37,50	8	50

Fonte: Autor.

Para os respondentes, a avaliação dos treinandos deve ocorrer, sobretudo por meio de provas práticas, tais como simulações (50% graus 3 e 4 da escala). Quanto a utilização de provas teóricas combinadas com exercícios práticos, o maior nível de concentração das respostas foi no grau 2 (nem importante, nem sem importância) com 43,75% das respostas. A utilização isolada de provas teóricas concentrou-se nos graus 1 e 2 da escala, indicando pouca importância e indiferença quanto à sua utilização.¹²

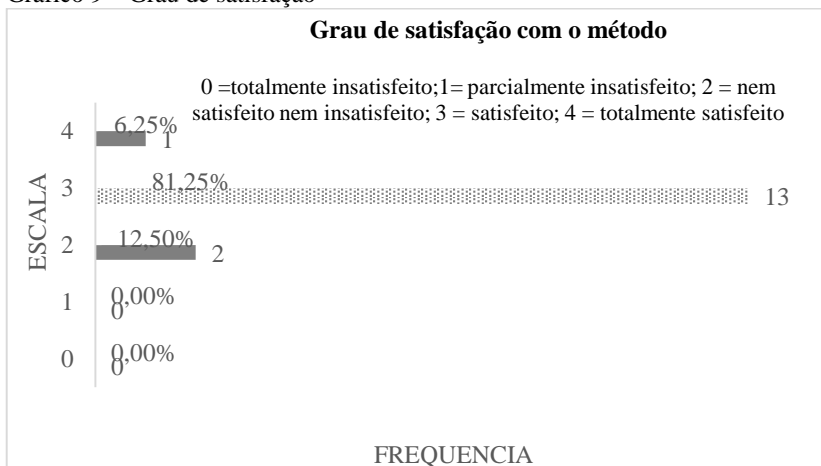
Quanto à avaliação da capacitação, os especialistas privilegiam *feedbacks* e a revisão da capacitação (93,75% \sum 3,4) seguidos de certificação de operadores e empresas vinculados aos programas. Ratificam os padrões internacionais de certificação.

6.1.13 Satisfação com o método proposto

Para saber sobre a percepção geral dos profissionais quanto ao método para elaborar programas de capacitação para operadores do SEB solicitou-se que apontassem seu grau de satisfação. Isto é exibido no Gráfico 9.

¹² Sobre estas questões ver item 6.1.15 b).

Gráfico 9 – Grau de satisfação



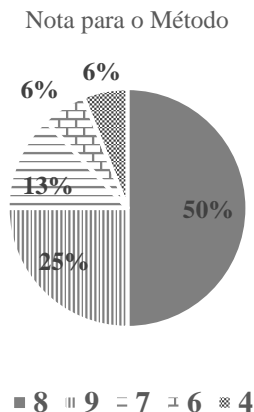
Fonte: Autor

No Gráfico 9 ficou explicitado que 81,25% indicaram que estão satisfeitos. Somente 1 respondente está totalmente satisfeito, 2 são indiferentes e não há insatisfação em relação ao método proposto segundo os especialistas consultados nesta pesquisa. A constatação de que a maior concentração de respostas encontra-se no grau 3 da escala e, que apenas 6,25% dos especialistas estão totalmente satisfeitos, mostra que há aprimoramentos a fazer no método proposto na pesquisa.

6.1.14 Nota para o Método

Os entrevistados também atribuíram uma nota para o método proposto. A distribuição das porcentagens das notas atribuídas ao método é exibida no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Nota para o Método



Fonte: Autor.

No Gráfico 10 é possível observar que para a maioria (8;50%) a nota é 8. A nota mínima foi 4 para apenas 6% e a nota máxima foi 9 (4;25%). Considerando-se que 88% das notas atribuídas pelos especialistas estão entre 7 e 9, e 75% são 8 ou 9, parece possível confirmar o nível de satisfação dos especialistas e a validação do método.

6.1.15 Sugestões

Este subitem trata das sugestões oferecidas pelos especialistas que validaram o método para elaborar programas de capacitação de operadores do SEB. É importante destacar que este não foi um item de preenchimento obrigatório no questionário. As sugestões foram de livre escolha dos respondentes. A seguir as sugestões categorizadas e uma breve interpretação para cada uma delas.

a) Quanto ao Programa de Capacitação

Foi sugerido que os programas de capacitação ofertados pelas empresas de controle de operação do SIN “*devem ser programas estruturados com clareza e transparência*”. O método validado nesta pesquisa foi desenvolvido a partir de publicações de impacto na literatura

científica sobre o tema, normas internacionais sobre o assunto e pesquisas de campo em uma experiência de referência internacional e em empresas de energia do contexto brasileiro. Foi validado por 16 especialistas da empresa operadora nacional, o NOS, dentre eles operadores, engenheiros e um especialista em TI. A elaboração de capacitações baseada nos critérios que compõem o método validado somada à participação dos especialistas (profissionais de operação, especialistas em comportamento humano, profissionais de RH, engenheiros, dentre outros) pode favorecer a elaboração e a implantação de treinamentos.

b) Quanto à avaliação dos treinandos

“Avaliações sempre práticas levando em conta a rotina de trabalho, por exemplo, simulados”. O desempenho em habilidades e atitudes para tomar decisões rápidas sob pressão de tempo, analisar cenários em condições de incerteza, dentre outras competências necessárias para operação de SEPs podem ser avaliados durante exercícios de simulação. Esta ferramenta consegue reproduzir com maior fidelidade a realidade de trabalho e, melhor ainda se acoplar técnicas de análise de comportamento individual e de grupo como o *roleplay*. Entretanto, além da rotina é preciso incluir a interferência de eventos inesperados nestes testes, uma vez que ainda há perturbações no sistema - como os “apagões” – que requerem prática em urgências e emergências. Compreender como os profissionais articulam os conhecimentos técnicos durante a execução das manobras de operação parece ser outro aspecto a considerar quanto a esta sugestão.

“ Escolher avaliadores capacitados ”. Conhecer o método e ter sido certificado segundo as normas internacionais pode ser um critério para atingir esta sugestão. A proposta de módulos de capacitação com a participação de instrutores especializados em Eletricidade, Operação de Sistemas Elétricos, RH e Comportamento Humano pode contribuir com esta sugestão. Este pode ser um perfil indicado para avaliadores internos e externos.

“A avaliação é secundária, pois o que importa é executar a experiência o mais próximo da realidade. O foco principal na avaliação pode gerar distorções no processo e maiores dificuldades para os treinandos”. Parece que para os especialistas o preparo para evitar falhas nos momentos decisivos de enfrentamento com a realidade de trabalho não deve ser subordinado ao processo de avaliação. Pressões sofridas ou sentidas pela necessidade, por exemplo, de certificações periódicas,

podem interferir negativamente no processo. É preciso pesquisar mais sobre esta hipótese.

Após ter sido analisado o questionário respondido por 16 especialistas do ONS, será exibido o Método para Elaborar Programas de Capacitação de Equipes de Operação em Tempo Real do SEB. Na sequência serão explicados os critérios de escolha para os itens que irão compor os seis blocos do Método. Ainda, será exposto o desenho do resultado principal desta tese.

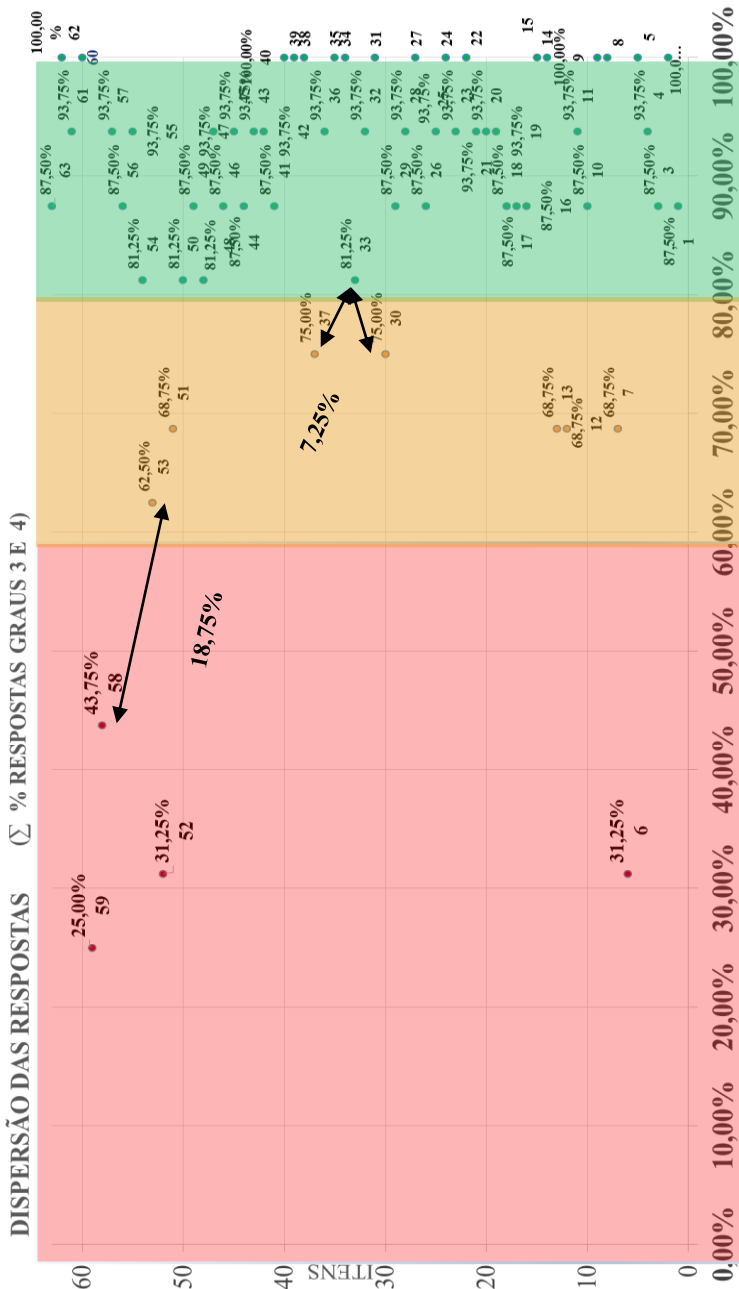
6.2 MÉTODO VALIDADO

Este item detalha o resultado principal desta tese, ou seja, o Método para Elaborar Programas de Capacitação de Equipes de Operação em Tempo Real do SEB. Em primeiro lugar, serão explicados os critérios de seleção e ranqueamento dos itens referentes às seis etapas do método.

O Gráfico 11 (pág. 186) mostra três faixas arbitradas segundo a dispersão entre os itens 1 até 62. Eles compoem os blocos de I até VI do método.

O principal critério para a divisão das faixas foi o somatório dos graus 3 (importante) e 4 (muito importante) para cada item. A partir destes resultados, observou-se os extremos entre as faixas de dispersão. Verificou-se que até o limite máximo de 60% (item 58) de importância (item 58), há dispersão de 18,75% em relação ao limite mínimo do intervalo seguinte (61%, item 53) . Do limite máximo (itens 30 e 37) até o limite mínimo do intervalo seguinte (a partir de 81%, p.ex., item 33) a dispersão foi de 7,25%.

Gráfico 11 - Dispersão dos itens



Fonte: Autor.

Na primeira faixa (achureada em **vermelho**) estão contidos os itens considerados excluídos do método validado neste estudo, ou seja, abaixo de 61% de importância na avaliação dos especialistas. Na segunda faixa (achureada em **laranja**) estão incluídos os itens intermediários (61% até 80% de importância) pertencentes ao método de capacitação, porém, a serem melhor estudados em pesquisas futuras. Por fim, na faixa de aceitação entre 81% e 100% (em **verde**) estão os itens validados com maior segurança a considerar no método proposto nesta pesquisa de doutorado. Nesta faixa encontram-se os itens de maior índice de importância e maior aglomeração entre si.

Na Figura 21 é revelado o resultado principal desta tese: o Método para Elaborar Programas de Capacitação de Equipes de Operação em Tempo Real do SEB Validado. O fluxograma mostrado na Figura 21 contém as etapas I até VI do método com os respectivos blocos para elaboração, análise, avaliação e revisão de programas de capacitação.

Em cada bloco foram incluídos os itens validados com os respectivos códigos. Os itens validados (“variáveis”) foram organizados conforme sugerem as análises dos percentuais das respostas dos especialistas. Com vistas a indicar um procedimento de aplicação do método e possibilitar a elaboração de programas de capacitação para equipes de operação do SEB, foram criados os seguintes critérios para o ranqueamento dos itens validados:

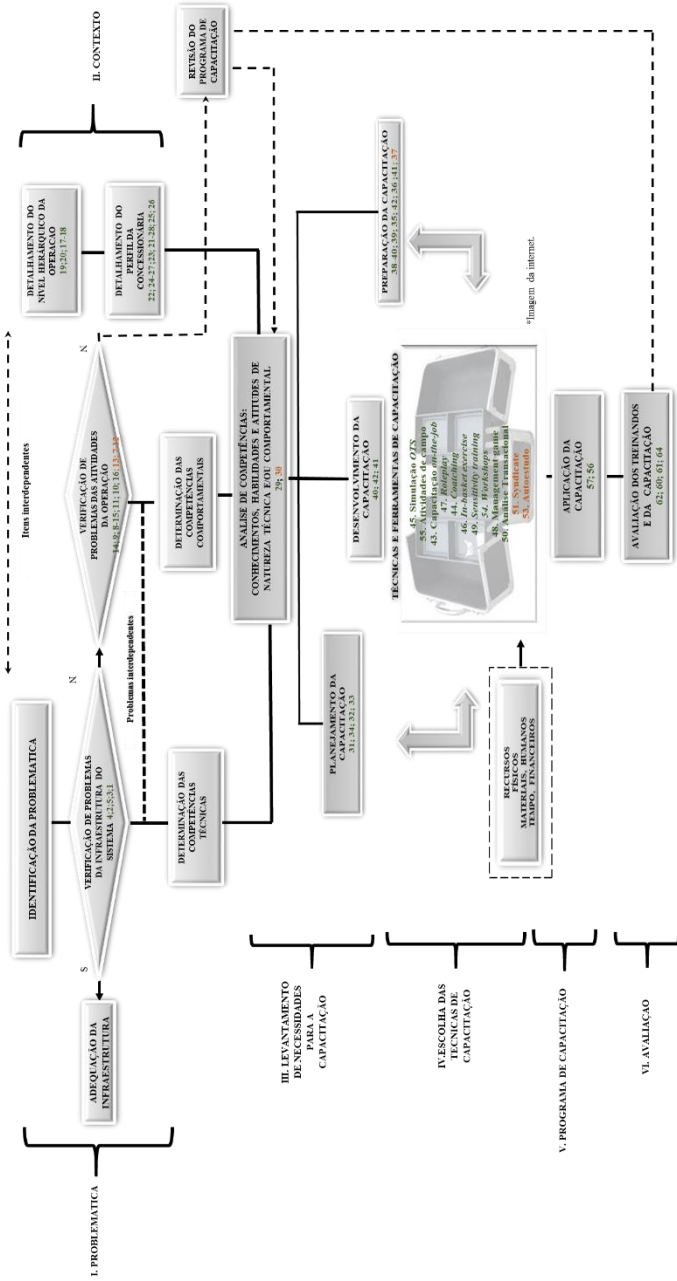
- 1) Maior percentual no somatório dos graus 3 e 4 da escala de importância;
- 2) Desempate segundo o maior percentual no grau 4 da escala;
- 3) Maior percentual no grau 3 da escala de importância;
- 4) Inclusão somente das faixas achureadas em laranja e verde (parcialmente válidos e seguramente válidos conforme os respondentes deste estudo) e,
- 5) Exclusão dos itens na faixa achureada em vermelho (não válidos segundo os respondentes deste estudo).

É importante notar que a estrutura do método já foi explicitada e detalhada no subitem **5 (DESENVOLVIMENTO)** deste relatório e os comentários extras são úteis para estudos complementares. Os Módulos de Capacitação (5.8), por terem sido sugeridos antes da validação, estão de acordo com as experiências estudadas e podem ser alterados conforme o modelo resultante desta pesquisa. Eles podem estar em conformidade com as tecnologias atuais de capacitação e as necessidades de otimização de custos, tempo e certificação das empresas de energia. Os textos

explicativos dos itens ranqueados na Figura 21 podem ser encontrados no **APÊNDICE B** e/ou nas Tabelas 8 até 18.

A seguir serão explicitadas as considerações finais desta pesquisa.

Figura 21 – Método Validado



Fonte: Autor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As operações em tempo real por sua complexidade associada às condições de incerteza, interferência de eventos inesperados, demandam decisões sob pressão de tempo, requerem o desenvolvimento e a atualização de competências específicas destas atividades. Os primeiros estudos científicos sobre o tema encontram-se no setor nuclear, no controle de tráfego aéreo, naval e no próprio controle de SEPs. Estas operações, envolvem riscos à segurança de equipamentos e pessoas, exigem economia de recursos e qualidade de fornecimento. Envolvem, sobretudo, conhecimentos técnicos e criação de condições psicológicas favoráveis para trabalhar em situações com altos níveis de tensão, concentração e desencadeantes de estresse.

A operação de SEPs, em geral, é rigorosa em relação às normas de controle, segurança e capacitação nas empresas que atuam nos setores de geração, transmissão e distribuição. Os estudos sobre treinamento de operadores de energia não são recentes. Ferramentas de identificação de necessidades de capacitação, destacando-se a *System Approach to Training* e a *Job Task Analysis*, são utilizadas como dispositivos para a elaboração de programas de capacitação. A Simulação em *OTS* por ser a ferramenta que reproduz o mais próximo a realidade de trabalho é o recurso mais utilizado para a prática de exercícios de rotina, urgência e emergência.

Capacitações técnicas são amplamente exploradas. Cursos e *workshops* sobre prevenção ao estresse, trabalho em equipe, flexibilidade, confiança, atenção e outros fatores psicológicos aderentes à profissão são explorados na prática. Entretanto, acidentes como apagões oriundos de falhas humanas com prejuízos aos consumidores, às empresas de energia e à indústria, oriundos de falhas humanas seguem ocorrendo. Estudos sobre aperfeiçoamento de capacitações existentes ainda são considerados necessários.

No Brasil, a estrutura público-privada do SIN, a diversidade de empresas de energia na operação e os contratos de concessão, tornam difícil identificar um padrão nacional entre os programas existentes. Apesar da busca em seguir os padrões internacionais como NERC e ENTSO, há vários programas utilizados para manter os profissionais atualizados. Cada empresa segue uma linguagem própria e o ONS faz tentativas isoladas de fortalecer as capacitações, porém, seu foco é a simulação. Pouco é investido no enfoque comportamental.

O objetivo deste estudo foi desenvolver um método para elaborar programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do

Sistema Elétrico Brasileiro. Para tanto, realizou-se uma pesquisa eminentemente qualitativa com os seguintes procedimentos metodológicos:

- 1) Pesquisa bibliográfica para: levantar os principais problemas relativos à operação de SEPs, identificar as principais técnicas de levantamento de necessidades e capacitação de operadores;
- 2) Pesquisa de campo (entrevistas e observação) na *Escuela Corporativa de Red Eléctrica de España (ECRE)*, empresa pioneira e referência mundial no tema deste estudo e, em quatro empresas de Operação do SIN (ONS, Eletrosul, Copel e Celesc), para analisar e encontrar *gaps* a fim de desenvolver teoricamente um método de capacitação e;
- 3) Aplicação de um questionário em 16 especialistas do ONS, a empresa situada no topo da hierarquia da operação do SIN, para validar o método proposto.

Os principais problemas identificados na literatura foram relacionados à Infraestrutura do Sistema e às Atividades de Operação. Quanto à Infraestrutura, prováveis problemas identificados na literatura foram relacionados a:

- Alterações na demanda de energia que podem requerer variações no fornecimento, no número e na qualificação dos profissionais;
- Escassez de recursos, de tecnologia e necessidade de adequação de equipamentos para iniciantes ou experientes;
- Complexidade do sistema pode demandar adequação do perfil profissional e da documentação técnica e,
- Necessidade de ampla base de conhecimentos para a tomada de decisão e,
- Falta de inclusão concomitante de atividades de rotina e emergências.

Quanto às Atividades de Operação os prováveis problemas encontrados na literatura científica podem ser:

- Falta de unificação dos processos seletivos dos operadores do SEB;

- Carência de um processo de capacitação inicial padronizado para o SEB, baseado em normas internacionais, competências técnicas e comportamentais;
- Responsabilidades dos operadores quanto ao diagnóstico e controle do SIN; análise de cenários; decisões rápidas; IOs, segurança, manutenção e economia de fornecimento de energia;
- Trabalho intensivo;
- Altos níveis de estresse;
- Alta exigência de concentração;
- Obsolescência de competências de operadores experientes e,
- Condições de emergência.

As principais técnicas para levantar necessidades para capacitação são as já reconhecidas mundialmente, *System Approach to Training (SAT)* e a *Job Task Analysis (JTA)*. Estes dados confirmam os resultados das pesquisas de alto impacto sobre este tema.

Em relação às experiências analisadas pode-se considerar que:

- (1) A operação do Sistema Espanhol ocorre em pequenas dimensões territoriais e o controle da operação é executado por uma empresa, enquanto a brasileira atende dimensões continentais, a supervisão é executada pelo ONS e o controle por diversos agentes;
- (2) O SEB pode apresentar problemas de insuficiência na rede de comunicação;
- (3) As equipes de operação espanholas têm problemas de motivação para o trabalho, isolamento e a ECRE tenta solucioná-los por meio de oficinas e *roleplays*;
- (4) No Brasil, há dificuldades na tomada de decisão, na confiança, falta de segurança quanto à experiência inicial e preparo dos trainees, mas não foi encontrado um modelo integrado de capacitação, nem mesmo dispositivos sistemáticos para tratar problemas relacionados às atividades, especialmente, os comportamentais.
- (5) Nas experiências brasileiras estudadas nesta tese, há esforços isolados que podem ser aproveitados para gerar programas

voltados a desenvolver competências técnicas e comportamentais;

- (6) Da experiência espanhola pode-se considerar o *roleplay* para utilização do conhecimento como meio fundamental para operar com eficácia e o ambiente simulado como dispositivo para observação e aperfeiçoamento do comportamento e,
- (7) O modelo da ECRE pode ser útil para construir um método para o SEB considerando-se as diferenças de contexto, legislação e regulamentações.

Para o desenvolvimento do método foram levados em conta os seguintes elementos:

- Normas e regulamentações da área de controle e capacitação de operadores;
- Problemas de infraestrutura de rede e equipamentos;
- Problemas relacionados à execução das atividades de operação - competências técnicas e comportamentais a desenvolver;
- Contexto, ou seja, as características das empresas no SEB/SIN, como nível hierárquico e perfil empresarial;
- Utilização adaptada da *SAT* e aplicação de técnicas de análise de competências (p.ex, *JTA* e instrumentos de avaliação psicológica)
- Técnicas de capacitação tais como a Simulação em *OTS* e *workshops* e propor ampliação da observação sistemática e a intervenção em competências de ordem comportamental;
- Sistema de *feedback* com possibilidade de reformulação, identificação de necessidades de melhorias e atualização permanente de operadores visando sua certificação destes e da capacitação.

Entre as treze técnicas de capacitação identificadas na literatura destacaram-se a Simulação, as Atividades de Campo e os treinamentos on-the-job.

A Simulação *OTS* é a técnica de capacitação mais utilizada na área de operação de SEPs no mundo inteiro. Provavelmente, por estar próxima da realidade do trabalho de operação de SEPs, foi validada com maior grau de importância pelos especialistas. As atividades de campo, possivelmente, por estimularem a troca de experiências práticas e o

intercâmbio entre as empresas do SIN foram sugeridas com importância relevante entre as demais técnicas avaliadas neste estudo.

As técnicas *on-the-job*, nas experiências nacionais estudadas são mencionadas, especialmente, na modalidade de supervisão. Por serem de fácil aplicação e amplamente aplicadas de modo não estruturado conciliam o cotidiano de trabalho com períodos de estágio. Elas facilitam a economia de custos com treinamento e a relação entre teoria e prática. O *coaching*, embora também seja uma atividade supervisionada no ambiente laboral, implica em uma atividade específica para acesso a cargos superiores e não é aplicável a todas as situações de trabalho. E, pode ser esta uma causa de ter sido ranqueada logo após o treinamento *on-the-job* (pode servir ao acesso a cargos de supervisão, por exemplo).

As técnicas de número 5 até 10 (ver item 6.1.10) são voltadas ao desenvolvimento de competências comportamentais e articulam conhecimentos teóricos adquiridos na formação escolar com habilidades e atitudes.

Ao longo desta pesquisa, na análise das experiências internacional e nacionais verificou-se a ênfase dada à necessidade de exercitar situações próximas da realidade para o desenvolvimento da capacidade de solução de problemas sob pressão, condições de incerteza e tomada de decisões rápidas. O *roleplay* foi classificado em uma posição intermediária juntamente com Análise Transacional (técnica muito utilizada para desenvolvimento de equipes na década de 80). No Brasil, o enfoque comportamental ocorre nas avaliações dos operadores e é pouco tratado nas capacitações, justificando sua relevância. Entretanto, o desconhecimento da “técnica de encenação de papéis” pode ter determinado a posição da mesma no ranking das ferramentas de capacitação. Por parecer não ser um exercício reconhecido no Brasil e ser útil durante as simulações, foi sugerido em uma proposta inicial de Observatório Comportamental.

O estudo individual é uma técnica de natureza teórica. Sua posição final na classificação das respostas pode estar reafirmando a preferência por experiências de capacitação prática, supervisionada e com troca de conhecimentos entre profissionais.

A *E-learning*, técnica de capacitação considerada favorável em ambientes onde a tecnologia da informação é amplamente utilizada no trabalho, como é o caso da operação de SEPs, apresentou maior nível de concentração no grau 2 da escala de importância. Este resultado contradiz pesquisas anteriores consultadas sobre esta ferramenta e as experiências da ECRE e ENTSO-E. Apesar disto, a redução de custos com instrutores,

material gráfico, tempo e maior flexibilidade tornam e-learning mais atrativa às empresas para realizar revisão de conteúdos teóricos sobre operação. Nesta tese, parece haver preferência por atividades práticas, em grupo, supervisionadas e presenciais devido às interações proporcionadas.

O resultado principal desta tese foi o Método para Elaborar Programas de Capacitação de Equipes de Operação em Tempo Real do SEB validado por 16 especialistas do COSR-S, COSR-SE e CNOS. O método contém seis fases: (I) Problemática, (II) Contexto; (III) Levantamento de Necessidades para a Capacitação; (IV) Escolha das Técnicas de Capacitação; (V) Programa de Capacitação e, (VI) Avaliação. Em cada fase estão contidos os respectivos elementos e os itens validados e ranqueados segundo os graus de importância atribuídos pelos avaliadores (Fig. 20).

As principais contribuições empíricas desta pesquisa são: método validado por operadores de sistema e engenheiros de tempo real do ONS, grau de satisfação 3 (satisfeito) para cerca de 81% e as notas 8-9 atribuídas por 75% dos especialistas.

A principal contribuição teórica é uma estrutura de análise de programas de capacitação de operadores de SEPs (Fig.10). Envolve conceitos relacionados ao sistema elétrico (infraestrutura de rede e tecnologia); às empresas de operação (capacitações conforme normas internacionais e técnicas de treinamento para desenvolver competências). Considera a influência dessas duas categorias sobre os profissionais em relação à formação técnica de base e competências mínimas para operar.

Um aspecto a considerar a respeito das responsabilidades das empresas de energia em relação à aplicação do método é a governança institucional. Entende-se que um método estruturado para desenvolver capacitações na área de operação do SEB demanda envolvimento com normas de: segurança, resguardo de informações sigilosas, responsabilidade técnica e quanto à saúde física e mental dos trabalhadores. Além disso, é necessário o envolvimento com normas internacionais de operação, capacitação e certificação. Portanto, a alta gerência da empresa operadora deve definir quais serão os departamentos responsáveis pela elaboração, implantação, gestão financeira, de recursos humanos e de relacionamento interinstitucional do programa. O comprometimento da diretoria e o apoio das instituições de P&D, universidades, empresas de capacitação e outras instituições governamentais e não-governamentais relacionadas com o SEB é fundamental para o sucesso da proposta formalizada nesta pesquisa.

Finalmente, serão descritas as limitações deste estudo e as sugestões para a sua continuidade.

7.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Podem-se citar as seguintes limitações:

- Dificuldade de acesso a informações mais detalhadas por questões de segurança e sigilo industrial;
- Tamanho da amostra utilizada na validação limitado à acessibilidade aos especialistas;
- Ausência de pesquisa de campo nos demais centros de operação nacionais e em demais países de referência mundial como os EUA e outros países da Europa por altos custos e carência de recursos financeiros;
- Não realização de uma aplicação piloto do método em uma empresa de energia do SEB por dificuldades no processo de aprovação de P&D em tempo hábil e cortes de recursos devido à atual crise econômica;
- Não utilização de métodos quantitativos de pesquisa.

7.2 PESQUISAS FUTURAS

Para a realização de teste piloto do método segue em andamento o processo de análise de aprovação de P&D junto a uma empresa de energia da Região Sul do Brasil.

Ainda, sugerem-se as seguintes possibilidades para a continuidade do estudo:

- Aprofundamento da análise dos itens na faixa de aglomeração de 61% até 81% de importância;
- Segmentação da validação aos diferentes níveis hierárquicos e regiões do SEB;
- Aplicação de métodos quantitativos e mistos;
- Detalhamento dos módulos de capacitação;
- Aperfeiçoamento e desenvolvimento de protocolos para análise de fatores psicológicos e competências comportamentais;

- Ampliação de estudos de campo em outros centros de operação do SEB e
- Estudos comparativos com outros países da América Latina.

REFERÊNCIAS

ABERNETHY, M. A.; HORNE, M.; LILLIS, A. M.; MALINA, M. A.; SELTO, F. H. A multi-method approach to building causal performance maps from expert knowledge. **Management Accounting Research**, v.16, n.2, p.135-155, 2005.

ABRADEE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. Disponível em: bradee.org.br/graficos-dados-de-mercado/10-maiores-distribuidoras-gwh-consumidos-2011. Acesso em: 04 abr. 2015.

AL-AGTASH, S. Electricity agents in smart grid markets. **Computers in Industry**, v. 64 , p.235–241, 2013.

AL-AJLOUNI, M. M.; ATHAMNEH, S. M. H.; JARADAT, A. A. Methods of evaluation: Training techniques. **International Research Journal of Finance and Economics**, v. 37, p.56-65, 2010.

ALBUQUERQUE, Edison de Queiroz. **Um Protocolo Multicast Bi-Direcional para Educação a Distância**. 2005. 220 f. Doutorado em ENGENHARIA ELÉTRICA . UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS.

ALBUYEH, F. Focus on education Electric Power Systems 101: an employer's perspective. In: Power and Energy Society General Meeting , 2010, **Anais**. Jul, 2010, 1.

ALVEHAG, K.; AWODELE, K. Impact of Reward and Penalty Scheme on the Incentives for Distribution System Reliability. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 29, n.1, p. 386-394, 2013.

ALVES, A. A. S.; RIBEIRO, E. M.. Desenvolvimento de Metodologia para Aperfeiçoamento de Operadores através da Imersão em Ambientes de Simulação. In: IX SIMPASE, 2011, Curitiba, **Anais**. Curitiba, set 2011, 14-17.

American Society for Training and Development. **The 2002 ASTD state of the industry report: Executive summary**. Alexandria, Virginia: Mark E. Van Buren and William Erskine,2002.

ANDRADE, E. F. R. de. **Relatório das Condições de Trabalho dos Operadores, Assistentes de Operação, Técnicos de Proteção e Controle da Eletrosul**. Florianópolis: ELETROSUL, 2012.131p.

ARQUIVOS DA ABINEE TEC (2007). Disponível em: <<http://www.tec.abinee.org.br/2007>>. Acesso em: 05.05.2015.

ARROYO-FIGUEROA, G.; HERNANDEZ, Y.; SUCAR, E.. Intelligent environment for training of power systems operators. In: **Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 943-950.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARKER, A. Using online learning technology to develop nurse leaders. **Nurse Leader**, v. 2, n. 5, p. 32-35, 2004.

BARZEGAR, N.; FARJAD, S. A Study on the Impact of on the job training Courses on the Staff Performance (A Case Study). **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.29, p. 1942-1949, 2011.

BATALLA-BUSQUETS, J. M.; PACHECO-BERNAL, C. On-the-job e-learning : Workers' attitudes and perceptions. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v.14, n.1, p.40-64, 2013.

BILLS, D. B. Applying workplace models of learning in social science computer labs. **Journal of Applied Social Science**, v.2, n.2, p.66-76, 2008.

BLACKMAN, H. S.; NELSON, W.R. Techniques for Incorporating Operator Expertise into Intelligent Decision Aids and Training. **Reliability Engineering and System Safety**, v.22, p.371-385, 1988.

BOATENG, R. et al. Distribution systems reliability - Lakeland Electric case study. In: Annual Reliability and Maintainability Symposium, 2003, **Anais**. 2003, 546-550.

BOSE, A. Computer simulation of power systems for operator training. In: Energy Conversion Engineering Conference, 1989, **Anais**. Ago, 1989, 165-169.

BRADLEY, J. Methodological issues and practices in qualitative research. **Library Quarterly**, v63, n.4, p. 431-449, 1993.

BRANAGHAN, R. J.; COVAS-SMITH, C. M.; JACKSON, K D.; BRONZINI, M. et al. Operator Training Simulator for power systems: Training evaluation methodologies based on fuzzy logic. In: **Industrial Electronics (ISIE), 2010 IEEE International Symposium**. IEEE, 2010. p. 2035-2040.

BURGESS, J. R. D.; RUSSEL, J. E. A. The effectiveness of distance learning initiatives in organizations. **Journal of Vocational Behavior**, v.63, n.2, p.289-303, 2003.

CANCELO, J. R.; ESPASA, A.; GRAFE, R.. Forecasting the electricity load from one day to one week ahead for the Spanish system operator. **International Journal of Forecasting**, v. 24, n. 4, p. 588-602, 2008.

CAO, S.; VOLZ, R. A.; JOHNSON, J.; NANJANATH, M.; WHETZEL, J.; XU, D. X.. Development of a distributed multi-player computer game for scientific experimentation of team training protocols. **Electronic Library**, v.22, n.1, p.43-54, 2004.

CAPES. **Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior. Banco de Teses**.2013. Disponível em: <<http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/>>. Acesso em: 30/03/2015.

CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A. **Perfil** 2015. Disponível em: <<http://novportal.celesc.com.br/>> Acesso em: 27.05.2015.

CENTRO DE CONTROL ELÉCTRICO (CECOEL). Madrid: REE, 2014.

CHAF, Frederico Manine. **Arquitetura Modular para Ambientes Virtuais de Ensino de Automação com Suporte à Realidade Mista e Colaboração**. 2011. 162 f. Doutorado em ENGENHARIA ELÉTRICA. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

CHANDLER, T. N.. Keeping current in a changing work environment: design issues in repurposing computer-based training for on-the-job training **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.26, p. 285-299, 2000.

CHANG, H. C.. Developing EL-RFM model for quantification learner's learning behavior in distance learning. **ICETC 2010 - 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer**, v. 4, V4452-V4454, 2010.

CHAUVIN, C.; CLOSTERMANN, J.P.; HOC, J-M. Impact of training programs on decision-making and situation awareness of trainee watch officers. **Safety Science**, v.47, p. 1222–1231, 2009.

CHO, D. The impact of structured on-the-job training (S-OJT) on a trainer's organizational commitment. **Asia Pacific Education Review**, v. 10, n. 4, p. 445-453, 2009.

COLLINS, A.; BROWN, J. S.; HOLUM, Ann. Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. **American Educator**, v. 6, n. 11, p. 38-46, 1991.

COPEL. As instituições do setor elétrico brasileiro. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?Endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FC892DB1C6B86FF29032574170042FBE7>>. Acesso em: 12 set 2012.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.

CUKALEVSKI, N. et al. **Control Centre Operator Requirements, Selection, Training and Certification**. CIGRÉ, 2012.

DAMETO, J. G. ASTRO – Ambiente Simulado para Treinamento de Operadores de Subestações. In: I- SOMA, 2009, Curitiba, **Anais**. Curitiba, set, 2009, 15-17.

DE JONG, J. A.. Research into on-the-job training: A state of the art. **International Journal of Educational Research**, v.25, n.5, p. 449-464, 1996.

DE MELO, C.; BARRETO, M. O. Avaliação do impacto da qualidade de energia elétrica na produção industrial: proposta de metodologia. **Produto & Produção**, v. 9, n. 3, p. 15-25, 2008.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y. S. et al. **Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens**. 2ª. ed., São Paulo: Artmed, 2007.

DICK, W.; CAREY, L.; CAREY, J. O. **The Systematic Design of Instruction**. 6th Edition. New York: Harper Collins College Publishers, 2004.

DONG, X.; LI, Z. A study on the effect of training interval on the use of computerized emergency operating procedures. **Reliability Engineering and System Safety**, v.96, p. 250–256, 2011.

DOUMOURAS, A. G. *et al.* A Crisis of Faith? A Review of Simulation in Teaching Team-Based, Crisis Management Skills to Surgical Trainees. **Journal of Surgical Education**, v. 69, n. 3, p. 274-281, May-Jun 2012.

DROZDOWICZ, B.; QUIROS, R.; SCHILIUK, A.; CERRO, R. The Structure of a Real Time Dynamic Simulator for Training (SIDEN). **Computers in Industry**, v. 9, p.49-63, 1987.

EIA Independent Statistics Analysis. U.S. Energy Information Administration. Disponível em: <http://www.eia.gov/countries>. Acesso em 12.09.2014.

EIDMAN, C. Using knowledge structures to redesign an instructor-operator station. **Applied Ergonomics**, v.42, p.934-940, 2011.

European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E). Disponível em: < <http://www.entsoe.eu/> > Acesso em: 02.10.2014.

FACHIN, G. R. B.; HILLESHEIM, A. I. A. **Periódico científico: padronização e organização**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

FARIA, L. et al. Intelligent behavior in a Cyber-Ambient training system for control centers operators. In: Intelligent System Application to Power Systems (ISAP), 16th International Conference, 2011, **Anais**. Set, 2011, 1-6.

FARIA, L. et al. Training control centers' operators in incident diagnosis and power restoration using intelligent tutoring systems. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 2, n. 2, p. 135-147, 2009.

FINDLER, N. V.; LUO, C. Y.; KUO, M. H. A Predictive Man-Machine Environment for Training and Evaluating Control Operators. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 5, n. 5, p. 441-450, Sep 1992.

FLASPOLER, E. *et al.* **The human-machine interface as an emerging risk**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009.

FOLEY, M.; CHEN, Y.; BOSE, A. A real time power system simulation laboratory environment. **Power Systems, IEEE Transactions on**, v. 5, n. 4, p. 1400-1406, 1990

FRAZIS, H.; LOEWENSTEIN, M. A. On-the-job-training. **Foundations and Trends in Microeconomics**, v. 2, n. 5, p. 363-440, 2006.

G1 SANTA CATARINA. **Apagão na Ilha de SC completa 10 anos e população relembra caos**. G1, 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/sc/santa->

[catarina/noticia/2013/10/apagao-na-ilha-de-sc-completa-10-anos-e-populacao-relembra-caos.html](http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2013/10/apagao-na-ilha-de-sc-completa-10-anos-e-populacao-relembra-caos.html). Acesso em: 14/11/2013.

G1 PERNAMBUCO. G1, 2013. Nordeste sofre apagão; Chesf avalia extensão. G1, 2013. Disponível em:

<http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2013/08/chesf-confirma-queda-de-energia-no-nordeste.html>. Acesso em: 14/11/2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOULDING, J.; NADIM, W.; PETRIDIS, P.; ALSHAWI, M. Construction industry offsite production: A virtual reality interactive training environment prototype. **Advanced Engineering Informatics**, v.26, n.1, p. 103-116, 2012.

GOVERNMENT OF INDIA – MINISTRY OF POWER. National training policy for the power sector New Delhi, 7 June, 2002.

GUTHRIE, V. H.; PARIKH, P. B.; IEEE. Software safety analysis: Using the entire risk analysis toolkit. In: Annual Reliability and Maintainability Symposium, 2004, **Anais**. 2004, 272-279.

HAIR JR, JOSEPH, F.; BABIN, B.; MONEY, A., H.; P. SAMOUEL. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Bookman, 2005.

HEBERLEIN, T. A. Some observations on alternative mechanisms for public involvement: The hearing, public opinion poll, the workshop and the quasi-experiment. **Nat. Resources J.**, v. 16, p. 197, 1976.

HOCKEY, G. R. J.; SAUER, J.; WASTELL, D.G. Adaptability of Training in Simulated Process Control: Knowledge- Versus Rule-Based Guidance Under Task Changes and Environmental Stress. **Human Factors**, v. 49, n. 1, p. 158–174, 2007.

IEEE STANDARDS ASSOCIATION. **IEEE STD 1730.1 - 2013**: IEEE Recommended Practice for Distributed Simulation Engineering and Execution Process Multi-Architecture Overlay (DMAO). 1 ed. Nova Iorque: The Institute Of Electrical And Electronics Engineers, Inc., 2013. 91 p. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6654219>>. Acesso em: 28 maio 2014.

JACOBS, R. J.; JONES, M. J.; NELL, S.. A case study in forecasting the financial benefits of unstructured and structured on-the-job training. **Human Resource Development Quarterly**, v.3, n.2, p. 13- 139, 1992.

JAMES, M. **Born to win: Transactional analysis with gestalt experiments**. Da Capo Press, 1996.

JIONG, G; YUNJI, H. A research on method of corporate e-Learning training curriculum development. In: Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference, 2011, **Anais**. Set, 2011, 6249-6253

KAHN, R. L. Organizational development: some problems and proposals. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 10, n. 4, p. 485-502, 1974.

KEYS, B.; WOLFE, J. The role of management games and simulations in education and research. **Journal of Management**, v. 16, n. 2, p. 307-336, 1990.

KEZUNOVIC, M. et al. The role of digital modeling and simulation in power engineering education. **Power Systems, IEEE Transactions on**, v. 19, n. 1, p. 64-72, 2004.

KI, J. S. Interactive Training Simulator for Aerial Working Platform in a Virtual Environment. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 19, n. 4, p. 733-738, Dec 2011.

KOWSKI, F.;EITINGTON, J. **The Training Methods Manual**. 1976.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEFKOWITZ, J. Effect of training on the productivity and tenure of sewing machine operators. **Journal of Applied Psychology**, v. 54, n. 1p1, p. 81, 1970.

LIMING, J. K.; IEEE. Application of decision support metrics for effective risk-informed asset management. In: Annual Reliability and Maintainability Symposium, 2004 Proceedings, 2004, **Anais**. 2004, 615-620.

LOVEDAY, T. *et al.*. An Objective Approach to Identifying Diagnostic Expertise Among Power System Controllers. **Human Factors**, v. 55, n. 1, p. 90-107, 2013.

MAANEN, J. V. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface. **Administrative Science Quarterly**, v. 24, n. 4, p.520-526, 1979.

MACEDO, R. R. Aplicativo para Treinamento dos Operadores do Sistema In. *XI EDAO*, 2010, Florianópolis, **Anais do XI EDAO**. Florianópolis 22-26 nov., 2010.

MALHEIRO, N. et al. Providing explanation in real-time expert system for control center operator assistance. In: Electric Power Engineering PowerTech Budapest99, 1999, **Anais**. Budapest, ago, 1999, 182.

MIGUEL, P.A.C. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

Ministério de Minas e Energia - MME. Modelo Institucional do Setor Elétrico. Brasília, 17 de dezembro de 2003. Disponível em: <http://ucel.eln.gov.br/gse_doc/Modelo_Energia.pdf>. Acesso em: 12 set 2012.

MC DANIEL, D. O.; BROWN, D. H. **Manual for Media Trainers: A Learner-centred Approach**. Asia-Pacific Institute for Broadcasting Development, 2001.

MOREALE, Michel dos Santos. **Técnicas para Treinamento de Operadores de Sistema Elétrico utilizando Simulador com base na Interface de Tempo Real** 2007. 145 f. Dissertação de Mestrado - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, CENTRO TECNOLÓGICO, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

MURASE, K.; YAMADA, Y. A training system for forestry workers combining step-by-step off-the-job training and on-the-job training. **Nihon Ringakkai Shi/Journal of the Japanese Forestry Society**, v. 88, n. 4, p. 264-273, 2006.

NAKAMURA, T.; HIROSE, D.;TAKASHIMA, A.;TAGUCHI, E.;MASHIRO, I. Role-Play Training for Project Management Education

using a Mentor Agent. **IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology**, 2011.

NAKAMURA, T.; KAI, U.; TACHIKAWA, Y. Requirements Engineering Education using Expert System and Role-Play Training. **International Conference on Teaching, Assessment and Learning (TALE)**, 2014.

NERC. Study Guide for NERC System Operator Certification Exam. 2012. Disponível em: <[http://www.nerc.com/files/2012 Exam Study Guide1.pdf](http://www.nerc.com/files/2012_Exam_Study_Guide1.pdf)>. Acesso em: 9 jul. 2014.

NERC. About NERC. 2014. Disponível em: <<http://www.nerc.com/AboutNERC/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 9 jul. 2014.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa: características, usos e possibilidades. **Cadernos de Pesquisa em Administração**. v.1, n. 3, 1996.

NOGUEIRA, Aurélio Antônio Mendes. **Uma Metodologia para Construção de Ambientes Sintéticos Subaquáticos em Tempo Real**. 2005. 184f. Doutorado em ENGENHARIA CIVIL. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

NUUTINEN, M. Expert Identity construct in analyzing prerequisites for expertise development: A case study of nuclear power plant operators' on-the-job training. *Cognition*, **Technology and Work**, v. 7, n. 4, p. 288-305, 2005.

OECD. **Beyond Rhetoric: Adult Learning Policies and Practices**. Paris: OECD, 2003.

OECD. **Learning for jobs**. Paris: OECD, 2010.

OLESKOVICZ, Mário et al. Estudo comparativo de ferramentas modernas de análise aplicadas à qualidade da energia elétrica. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica**, v. 17, n. 3, p. 331-341, 2006.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (2012a). Disponível em: <http://www.ons.org.br/institucional_linguas/relacionamentos.aspx>. Acesso em: 19/09/2012

Operador Nacional do Sistema Elétrico (2012b). Disponível em: <http://www.ons.org.br/institucional_linguas/modelo_setorial.aspx>. Acesso em: 19/09/2012.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (2013). Disponível em: http://www.ons.org.br/indicadores_desempenho/qualidade_operacao.aspx Acesso em: 18/11/2013.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (2015a). Submódulo10.2 – Hierarquia Operacional. Disponível em: <http://www.ons.org.br>. Acesso em: 24.04.2015.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (2015b). Submódulo15.12 – Apuração mensal das parcelas variáveis referentes à disponibilidade de instalações da Rede Básica Disponível em: <http://www.ons.org.br>. Acesso em: 01.06.2015.

PAGE, E. H.; SMITH, R. Introduction to military training simulation: a guide for discrete event simulationists. In: **Proceedings of the 30th conference on Winter simulation**. IEEE Computer Society Press, 1998. p. 53-60.

PJM. PJM Manual 40: Training and Requirements. Revision 14. System Operations Division, Market Division. February 28, 2014.

Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2011. Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/PDE_2019/PDE2020_SUMARIO.pdf. Acesso em: 12 set 2012.

PRASAD, L.M. **Principles and Practice of Management**. New Delhi: Sultan Chand & Company, 2001.

PROCTER, L. What is it about Field Trips? Praxis, Pedagogy and Presence in Virtual Environments. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 55, p. 980-989, 2012.

REASON, J. **Human error**. Cambridge: Cambridge university press, 1990.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE). <http://www.ree.es/es/>. Acesso em: 02.04.2014.

RICHARDSON *et al.* **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 2007.

RO-MP.BR.03 - Manual de Procedimentos de Operação Rotina - Treinamento dos Operadores de Sistema dos Centros de Operação do NOS.

RO-MP.BR.04 - Manual de Procedimentos de Operação Rotina - Certificação de 1ª parte de Operadores de Sistema e de Instalações.

ROTHWELL, G.; GÓMEZ, T. Electricity Economics: Regulation and Deregulation. **Wiley-IEEE: Press**, 2003.

SAMANTA, R. K. **Training Methods for Management and Development**. MD Publications Pvt. Ltd., 1993.

SAMARAS, Anastasia P.; FREESE, Anne R. **Self-study of teaching practices primer**. Peter Lang, 2006.

SANCHEZ, A. M.; PEREZ, M. P. Flexibility in new product development: a survey of practices and its relationship with the product's technological complexity. **Technovation**, v. 23, n. 2, p. 139-145, 2003.

SCHRAAGEN, J. M. *et al...* Assessing and improving teamwork in cardiac surgery. **Quality & Safety in Health Care**, v. 19, n. 6, Dec 2010.

SEASHORE, C. What Is Sensitivity Training? News and Reports from NTL Institute for Behavioral Science, v. 2, n. 2, p. 1-2, 1968.

SEIFI H.; SEIFI, A.R. An intelligent tutoring system for a power plant simulator. **Electric Power Systems Research**, v.62, p. 161-171, 2002.

SHIRE, P. Systematic approach to system engineering training at Sizewell B. In: **IEE Colloquium (Digest)**, 127., 1996, London. **Anais**. London, UK, 1996.

SILVA, A. et al. User modelling concerning control center operators training. In: Power Tech Proceedings IEEE, 2001, **Anais**. O Porto, 2001, 6, v. 3.

SILVA, V. N. A. L. *et al.* Simuladores para Treinamento de operadores de sistemas de instalações do setor elétrico Brasileiro. In: Décimo terceiro encontro Ibero-americano do CIGRÉ, 2009, Porto Iguazu, **Anais**. Porto Iguazu, Argentina, 2009.

SMITH, J. P.; BOSE, A.; BURTON, E. Development of Operator Training Curricula Using the Instructional Systems Development Approach. **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems**, v. PAS-104, n. 12, December 1985

SEMINARA, J. L.; PARSONS, S. O. Nuclear power plant maintainability. **Applied Ergonomics**, v. 13, n. 3, p. 177-189, 1982. Jose

SENNERSTEN, C. Model-based Simulation Training Supporting Military Operational Processes. School of Computing, Blekinge Institute of Technology, 2010.

SOUZA, R. Case research in operations management. **EDEN Doctoral Seminar on Research in Operations Management**, Bruxelas, 2005.

STEINMITZ, L. Age: Unrecognized Enigma of Executive Development. **Management of Personal Quarterly**, v.viii, 1968.

The Working Group on Operator Training (WG78-4).Power System Operator Training Problems. **IEEE Transactions on Power Systems**, Vol. PWRS-1, No. 3,1986.

UCEL (2012). Modelo do setor elétrico. Disponível em: <http://ucel.eln.gov.br/portal/modelo_setor_eletrico.php > Acesso em: 12 set 2012.

United Kingdom Ministry of Defense. DSAT QS 001:2008. *The Defense Systems Approach to Training Quality Standard*. Director General Training and Education. British Standards: Crown, 2008.

Operador Nacional do Sistema elétrico (2012b). Disponível em: <http://www.ons.org.br/institucional_linguas/modelo_setorial.aspx>. Acesso em: 12 set 2012.

SOARES, LUCIANO Saramago Pinheiro. **Realidade Virtual Aplicada a Modelo de Ambiente Colaborativo para Treinamento Simulação de Evacuação, Escape e Resgate em Unidades Marítimas de Produção**. 2009 . 170 f. Tese de Doutorado. PROGRAMA DE POS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

TICHON, J.; DIVER, P. Plant operator simulation: benefits and drawbacks for a construction training organization. **Cognition Technology & Work**, v. 12, n. 3, p. 219-229, Sep 2010.

TORPEY, William George. **Public personnel management**. Van Nostrand, 1953.

U.S. Department of Labor. Disponível em: <<http://www.msha.gov/interactivetraining/tasktraining/documents.html>> . Acesso em 2 de Agosto de 2012.

U.S. Department of Energy Training. **Program Handbook: A Systematic Approach to Training**. Washington, 1994.

U. S. Marine Corps. **Systems Approach to Training (SAT) Manual**. June, 2004.

VALE, Z.; SILVA, A.; RAMOS, C. Cooperative Training of power Systems Restoration Techniques. In: Intelligent Systems Application to Power System 13th International Conference, 2005, **Anais**. Nov, 2005, 36-42.

VALE, Z. et al. An inteligente tutor for power system control center operator training. In: Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies International Conference, 2000, **Anais**. 2000, 366-371.

VAN DEN HOOFF, B.; HUYSMAN, M. Managing knowledge sharing: Emergent and engineering approaches. **Information & Management**, v. 46, n. 1, p. 1-8, 2009.

VIANNA, W. B.; ENSSLIN, L; GIFFHORN, E. A integração sistêmica entre pós-graduação e educação básica no Brasil: contribuição teórica para um "estado da arte". **Ensaio: Avaliação Políticas Públicas Educacionais**. v.19, n. 71, 2011.

VIEIRA, DOUGLAS Paladini. **Uma Análise do Processo de Formação de Operadores do Sistema Elétrico na COPEL**. 2014. 37f. Monografia. MBA COPEL em Liderança e Gestão Estação Business School.

VIGNOCHI, L.; LEZANA, A. G. R.; SILVA, V. Elements of a methodology to training operators of power companies. In: **7th International Conference on Production Research / American Region**, Lima, 2014.

VIGNOCHI, L., ROMERO, A. M., *et al.* Analysis of Training Programs for Power System Operators. **Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)**, v. 13, n. 10, p. 3262-3268, 2015.

VITORIO, D.M.; MASCULO, F.S.; MELO, M. O. B. C. Analysis of mental workload of electrical power plant operators of control and operation centers. **Work**, v.41 p.2831-2839,2012.

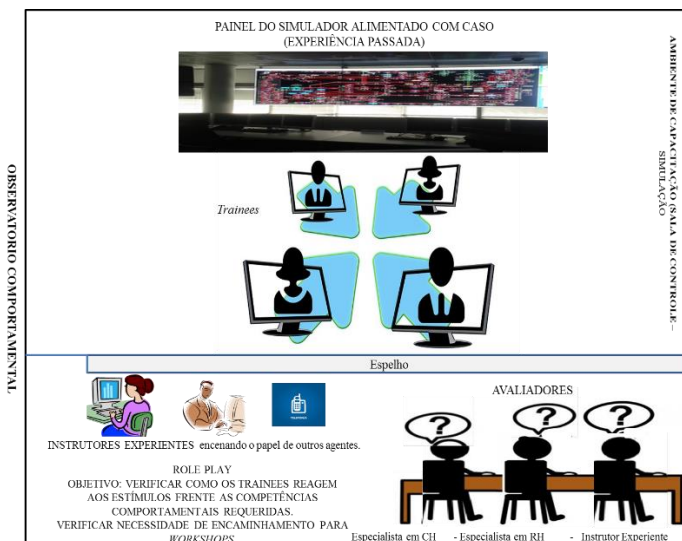
WRIGHT, J. G. et al. Transportable simulator trains control center operators. **Computer Applications in Power, IEEE**, v. 5, n. 2, p. 23-28, 1992.

WU, F. F.; MOSLEHI, K.; BOSE, A. Power System Control Centers: Past, Present, and Future. **Proceedings of the IEEE**, v. 93, n. 11, p. 1890-1908, 2005.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2009.

APÊNDICE A : OBSERVATÓRIO COMPORTAMENTAL

Neste apêndice, sugere-se como ferramenta de diagnóstico de necessidades de desenvolvimento de competências comportamentais por meio de exercício de *roleplay* em ambiente de simulação um observatório comportamental. Um grupo de *trainees* é desafiado a solucionar um caso crítico já experienciado anteriormente por uma equipe de operação. Uma equipe de instrutores “encena o papel” de outros agentes. Um grupo de especialistas observa o *role play* e avalia o comportamento dos *trainees* de conforme as questões referentes às competências analisadas. A seguir está um esboço do observatório.



- Consegue manter o autocontrole para tomar decisões sob condições de estresse?
- Consegue desenvolver comunicação verbal e escrita de modo adequado aos padrões estabelecidos pelas normas e instruções com seus interlocutores?
- Possui empatia, consegue identificar necessidades e está disposto ao trabalho em equipe?
- Consegue influenciar seus interlocutores durante um processo de decisão dentro dos limites estabelecidos nas normas de operação?
- Consegue envolver a equipe, liderando, para tomada de decisão eficaz dentro dos limites estabelecidos nas normas de operação?
- Executa atentamente as IOs?
- Busca formas alternativas e rápidas para tomada de decisão de acordo com os padrões operacionais estabelecidos?
- É flexível no uso de procedimentos?

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO MÉTODO

QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DE MÉTODO PARA ELABORAÇÃO DE PROGRAMAS DE CAPACITAÇÃO DE OPERADORES DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

Caro Colaborador do Sistema Elétrico Brasileiro,

Gostaríamos de contar com a sua contribuição como especialista para nos auxiliar a validar um método para elaboração de programas de capacitação de equipes de operação em tempo real do Sistema Elétrico Brasileiro. O método é resultado principal da tese de Doutorado de Luciano Vignochi, com orientação do Prof. Dr. Álvaro Guillermo Rojas Lezana, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/Gestão de Operações/Inteligência Organizacional-UFSC). A pesquisa foi realizada no intuito de criar um padrão nacional para os diversos programas de capacitação existentes no país. Seu auxílio consistirá em, após observar as fases do método, responder um questionário de duração aproximada de 20 minutos. Garantimos que sua identificação será preservada. Desde já, agradecemos suas contribuições e sugestões.

O método está organizado em seis grandes FASES: PROBLEMÁTICA, CONTEXTO, LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES PARA A CAPACITAÇÃO, ESCOLHA DAS TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO, PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO E AVALIAÇÃO.

O Diagrama da Figura 1 mostra a proposta de método que você está ajudando a consolidar.

Após o link nesta mensagem e a figura no questionário siga as instruções para preencher o formulário.

Grato!

Figura 1 - Método para elaboração de programas de capacitação

VER FIGURA 19 CAP 5

Para começar a responder o questionário, por gentileza, primeiramente preencha os seguintes dados:

Escolaridade

Nível

Ensino Médio ()

Superior Completo ()

Superior Incompleto ()

Outro:

Área de formação
Curso

Centro de Operação
Local de trabalho

Profissão
Em exercício

Função
Atual

A seguir você encontrará seis blocos contemplando as fases, elementos e respectivos itens do método com a explicação de cada bloco. Por favor, indique o grau de importância em relação a cada fase, elemento e seus respectivos itens. Tenha em mente sua área de atuação e as interações que você realiza na operação do Sistema Interligado Nacional.

LEMBRE-SE: VOCÊ NÃO ESTÁ AVALIANDO OS PROGRAMAS DE CAPACITAÇÃO PELOS QUAIS VOCÊ JÁ PASSOU, MAS UMA PROPOSTA DE MÉTODO PARA ELABORAR FUTUROS PROGRAMAS!

Escala

0 para nada importante
1 para pouco importante
2 para nem importante, nem sem importância

3 para importante
4 para muito importante

I. PROBLEMÁTICA

A identificação da PROBLEMÁTICA consiste em verificar se a elaboração de um programa de capacitação, em primeiro lugar, exige a solução de problemas de INFRAESTRUTURA DO SISTEMA e, em segundo lugar, demanda a solução de dificuldades relativas às ATIVIDADES DA OPERAÇÃO do sistema.

INFRAESTRUTURA DO SISTEMA

A seguir, assinale o grau de importância que você atribui aos problemas de INFRAESTRUTURA a serem verificados antes de iniciar a elaboração de um programa de capacitação.

1. Verificar a necessidade de adequação da estrutura da rede, da tecnologia e dos equipamentos à operação.

0 1 2 3 4

Nada importante ○ ○ ○ ○ ○ Muito importante

2. Verificar a necessidade de adequação da documentação técnica à operação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito impor

3.Verificar a necessidade de adequação do perfil dos recursos humanos à operação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito impor

Após verificados os possíveis problemas de infraestrutura e, caso existam, estejam solucionados os mesmos, passa-se a analisar os possíveis problemas relacionados às ATIVIDADES típicas do dia-a-dia do trabalho de operação de sistemas elétricos.

É possível que existam problemas concomitantes nas duas categorias.

ATIVIDADES DA OPERAÇÃO

A seguir, você encontrará um conjunto de características e dificuldades relacionadas à natureza e ao dia-a-dia do trabalho de operação de sistemas elétricos. Por favor, marque a alternativa que melhor expressa o grau de importância que você atribui a cada uma delas no momento de verificá-la quando sua empresa decidir elaborar um programa de capacitação.

6.Necessidade de unificar os processos seletivos/contratação dos operadores do SEB.
Realizar diagnóstico e controle de sistemas.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito import

7.Necessidade de criar um processo de capacitação inicial

4.Verificar a necessidade de adequação do número de colaboradores por turno à operação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

5.Verificar a necessidade de atualização dos simuladores aos conhecimentos sobre operações de rotina, urgência e emergência.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

padronizado, baseado em normas internacionais, competências técnicas e comportamentais.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

8.Realizar análise de cenários.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

9.Tomar decisões rápidas.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

10.Necessidade de criar um processo de capacitação inicial padronizado, baseado em normas internacionais, competências técnicas e comportamentais.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

11.Executar instruções quanto à segurança, manutenção e economia do sistema.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

12.Trabalho intensivo.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

13.Exposição a altos níveis de estresse.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

14.Altíssima exigência de concentração.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

15.Necessidade de atualização das competências de operadores mais experientes.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

16.Trabalhar sob condições de emergência.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

Ao analisar-se os problemas típicos da atividade de operação a serem contemplados na capacitação, abordam-se também as características do CONTEXTO onde o programa será implantado.

OBS.: Caso tenha ocorrido alguma capacitação anterior e não se identifique problemática de nenhuma natureza aqui apontada, sugere-se revisá-la partir de sua avaliação ou realizar uma nova análise de competências.

II. CONTEXTO

O contexto diz respeito ao NÍVEL HIERÁRQUICO da operação e ao PERFIL DA CONCESSIONÁRIA.

NÍVEL HIERÁRQUICO DA OPERAÇÃO

Observar o NÍVEL HIERÁRQUICO DA OPERAÇÃO consiste em considerar, além das tarefas específicas, todas as variáveis de contexto estrutural, comunicação, relacionamento e outras que influenciem a operação. Pensando nas possíveis diferenças entre os níveis, atribua o grau de importância dos mesmos para a elaboração de um programa de capacitação.

17.Operador Nacional

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

18.Operador Regional

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

19.Operador Local

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

20. Operador de Instalação

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

Depois de analisar o nível da operação onde será implantado o programa, sugere-se analisar o PERFIL DA CONCESSIONÁRIA.

PERFIL DA CONCESSIONÁRIA

O PERFIL DA CONCESSIONÁRIA é dado por um conjunto de itens sugeridos a seguir. Por gentileza, atribua o grau de importância a cada item para elaborar um programa de capacitação.

21. Conhecer o organograma da empresa.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito import

22. Número de operadores por turno.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito import

23. Regime de trabalho

0 1 2 3 4

Nada importante Muito import

24. Perfil profissional dos operadores

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

25. Função dos operadores

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

26. Tarefas dos operadores

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

27. Instruções de Operação

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

28. Fluxo de informações

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

Terminada a etapa de análise do contexto, passa-se ao LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES para a capacitação, onde serão analisadas as competências, planejada e desenvolvida a capacitação.

III. LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES PARA A CAPACITAÇÃO

Consiste tanto em ANALISAR COMPETÊNCIAS como em PLANEJAR e DESENVOLVER a mesma em termos de estimativa de necessidade de tempo, material, instrutores, outros recursos e planos.

ANALISE DE COMPETÊNCIAS

Consististe em verificar as lacunas de competências para realizar a capacitação, ou seja, identificar as competências a desenvolver. A seguir, são sugeridos instrumentos para tanto.

Por favor, indique o grau de importância dos mesmos no seu entendimento.

29. Matriz com conhecimentos, habilidades e atitudes para verificar

PLANEJAMENTO DA CAPACITAÇÃO

A seguir são sugeridas necessidades de planejamento da capacitação. Por favor, indique o grau de importância de cada item pensando na elaboração de um programa de capacitação.

31. Definir os objetivos da capacitação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

Após o PLANEJAMENTO conforme as necessidades, passa-se ao DESENVOLVIMENTO da capacitação.

DESENVOLVIMENTO DA CAPACITAÇÃO

Significa fazer estimativas de tempo e recursos, além de aprofundar o planejamento anterior. A seguir, atribua o grau de importância para os itens sugeridos quanto ao desenvolvimento da capacitação.

competências a desenvolver na capacitação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

30. Instrumentos de avaliação psicológica (testes de avaliação de habilidades, cognitivos e de personalidade e/ou entrevistas psicológicas) para Análise de Perfil de ingresso.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

32. Definir os dispositivos (ferramentas) de aprendizagem e quem irá conduzir a capacitação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

33. Criar plano de avaliação dos treinandos.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

34. Criar plano de avaliação da capacitação.

35. Desenvolver o cronograma.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

36. Registrar o plano de capacitação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

37. Registrar o plano de avaliação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

38. Desenvolver material de apoio.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

39. Desenvolver meios de comunicação do conhecimento.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

Após o LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES passa-se à ESCOLHA DAS TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO conforme mostra-se a seguir.

IV. ESCOLHA DAS TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO

Envolve desde a PREPARAÇÃO até a DEFINIÇÃO DAS TÉCNICAS, uma vez que está relacionada à disponibilidade, ao material, aos recursos, ao pessoal especializado e às formas de aprender dos treinandos.

PREPARAÇÃO DA CAPACITAÇÃO

A seguir você encontrará um conjunto de itens referentes à preparação da capacitação. Por gentileza, atribua o grau de importância para cada um deles na sua opinião.

40. Definir as atividades a serem executadas pelos instrutores e pelo pessoal de apoio, a aplicação da análise, a concepção, o desenvolvimento e a utilização de materiais didáticos e técnicas de

DEFINIÇÃO DAS TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO CONFORME AS EXIGÊNCIAS SENSORIAIS (FORMAS DE APRENDER) DOS TREINANDOS.

Sugere-se que as técnicas de capacitação sejam definidas de acordo com as necessidades dos treinandos, suas formas de aprender e dentro de um sequenciamento lógico. Ao ler as explicações e/ou considerando sua experiência,

capacitação, bem como sua duração.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

41. Finalizar o material e a escolha de recursos, o sequenciamento das técnicas e a escolha dos instrutores.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

42. Preparar os espaços físicos e a agenda para a aplicação do programa em si.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

procure atribuir o grau de importância de cada técnica listada abaixo para um programa de capacitação de equipes de operação em tempo real do SEB.

43. Capacitação on-the-job Demonstração, supervisão, exercício de tarefas correlatas, mapeamento cognitivo (criação de mapas para compreender como os

indivíduos resolvem as tarefas). São atividades realizadas no ambiente de trabalho com acompanhamento de um profissional experiente.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

44.Coaching

Desenvolvimento de substitutos à cargos superiores, embasamento sólido.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

45.Simulação OTS

Simulação em OTS com foco no cumprimento de IOs.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

46.In-basket-exercise

Foco na tomada de decisão sob pressão por meio de simulação visando a exclusão de erros.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

47.Roleplay

Encenação de ações reais aplicadas em simulações onde o objetivo principal é o "jogo" ou "teatro de papéis" com diferentes tipos de comportamento, desde os mais agressivos até os mais passivos, para o preparo de interações em situações de pressão de tempo.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

48.Management game

Situações experimentais onde o comportamento gerencial pode ser observado.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

49.Sensitivity training

Percepção do grupo sobre o comportamento em situação onde o coordenador facilita a Análise.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

50.Análise Transacional

Técnica de análise de situações para melhorar a confiança na decisão.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

51.Syndicate

Discussão de grupos grandes em trabalhos práticos.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

52.E-learning

Ensino à distância.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

53.Autoestudo

Estudo individual.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

54.Workshops

Oficinas, atividades dinâmicas em grupos com um especialista.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

55.Atividades de campo

Exemplo: visitas técnicas.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

Após a DEFINIÇÃO DAS TÉCNICAS parte-se para a aplicação do PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO.

V. PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO

O programa de capacitação será resultado de aplicação do método proposto em empresas do SEB. Nesta etapa, solicitamos que você avalie o grau de importância de dois princípios de aplicação sugeridos a seguir.

56. Aplicação baseada em experimentação (Tentativa, erro e correção do erro)

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

(Parte do mais simples ao mais complexo visando facilitar o aprendizado)

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

57. Sequenciamento do programa

Após a aplicação do PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO parte-se para o processo de AVALIAÇÃO.

VI. AVALIAÇÃO

A Avaliação consiste em conhecer o resultado do processo de aprendizagem dos treinandos, saber sobre a qualidade do programa de capacitação, vincular o programa à certificação de operadores e das empresas, bem como revisar a capacitação. A seguir, atribua o grau de importância a cada item sobre o processo de avaliação.

58. Utilização de provas teóricas tais como testes e provas práticas como simulações para avaliar os treinandos.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

59. Utilização de provas teóricas tais como testes para avaliar os treinandos.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

60. Utilização de provas práticas tais como simulações para avaliar os treinandos.

61. Modelo prevendo feedback dos treinandos e revisão da capacitação para manter os programas e os operadores atualizados.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

62. Certificação dos operadores e das empresas vinculadas à avaliação dos treinandos e dos programas de capacitação.

0 1 2 3 4

Nada importante Muito importante

AVALIAÇÃO GERAL DO MÉTODO

Gostaríamos de saber o seu grau de satisfação geral com o método que estamos validando. Por gentileza marque a alternativa que melhor representa a sua opinião sobre a sequência mostrada na Figura 1.

0 1 2 3 4

Totalmente insatisfeito ● ● ● ● ● Totalmente satisfeito

Escala para avaliação geral
(satisfação)

Responda

0 para totalmente insatisfeito

1 para parcialmente insatisfeito

2 para nem satisfeito nem insatisfeito

3 para satisfeito

4 para totalmente satisfeito

AGORA ATRIBUA UMA NOTA AO MÉTODO PROPOSTO.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

SUGESTÕES

Problemática:

Contexto:

Levantamento de necessidades:

Escolha das técnicas de
capacitação:

Programa de capacitação:

Avaliação dos treinandos:

Avaliação da capacitação:

Sequência geral do método

OBRIGADO PELA SUA CONTRIBUIÇÃO COM ESTA PESQUISA!

ANEXO A – CONFIRMAÇÃO DE VISITA Á ESCUELA CORPORATIVA DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA



Luciano Vignochi <lvignochi1@gmail.com>

Contacto con investigador ETSII-UPM

25 mensajens

Ana Moreno <ana.moreno.romero@upm.es>

30 de setembro de 2014 12:45

Para: acarbonero@ree.es

Cc: Luciano Vignochi <lvignochi1@gmail.com>

Estimado Ángel

Me pongo en contacto contigo, por sugerencia de Ángel Mahou, para solicitar vuestro apoyo en una investigación sobre modelos de formación de operadores de sistema eléctrico. Como ya te ha anticipado Ángel, en el Grupo de Investigación de Organizaciones Sostenibles de la ETSII-UPM, recibimos investigadores de otros países. En este semestre, está con nosotros Luciano Vignochi, investigador brasileño de la Universidade Federal de Santa Catalina-UFSC, al que copio en este correo.

El interés fundamental de su estancia en España es estudiar los modelos del sistema eléctrico español, como una fuente de información para soluciones que están investigando en el mercado eléctrico brasileño. Durante sus primeras semanas de estancia ha estado estudiando información disponible sobre la operación en REE y sobre la formación de sus operadores, y le sería de gran utilidad poder tener contacto directo con vosotros para profundizar en el conocimiento de los modelos de formación y desarrollo de operadores.

Te adjunto el caso que ha preparado con la información de REE y los temas sobre las que, en principio, querría profundizar:

1. ¿Cuáles son los principales problemas de la operación del sistema eléctrico de España?
2. ¿Cómo ocurre el proceso selectivo de los operadores?
3. ¿Cuáles son las competencias necesarias para el cargo de operador del sistema en los diferentes niveles de la operación?
4. ¿Cómo ocurre el proceso de capacitación de los operadores? Periodicidad, herramientas utilizadas, plano de entrenamiento, evaluación...
5. ¿Cuáles son las competencias entrenadas?
6. ¿Son entrenadas competencias comportamentales tales como confianza, censo de equipo, seguridad, rapidez, etc.?
7. ¿Hay algún plano de prevención de ansiedad o estrés?
8. ¿Cómo ocurre el proceso de certificación de los operadores?


Seuro que, en contacto directo con vosotros, surgen otros asuntos que le serán de interés.

Si quieres más información sobre el trabajo que está haciendo en Brasil, te lo enviamos encantados, aunque quizás lo más sencillo, dadas las complicadas agendas que solemos tener, es que te lo cuente cuando os encontréis. Quedamos a la espera de tu propuesta de fechas para que Luciano os visite.

Gracias anticipadas por tu apoyo

Saludos cordiales

Ana Moreno

 El caso del sistema eléctrico españolv2.docx
325K

CONTINUA

CONTINUA

Estimada Ana, estaremos encantados de atenderos decidnos vuestra disponibilidad e intentamos cuadrarlo con nuestras agendas para concretar un día. Convocaremos la reunión en nuestro centro de formación y así os podremos mostrar el simulador de entrenamiento de operadores.

Esperamos vuestra propuesta de posibles fechas.

Un saludo,
Ángel Carbonero

Hola Ana, lamentablemente yo no puedo ninguno de los días, pero para no dilatar más el asunto si te parece lo mantenemos el lunes y os atenderán mis compañeros que además conocen el proceso mejor que yo.

La dirección de nuestro centro de formación es:

Avda. Isaac Newton 13
Parque Tecnológico de Madrid
28760 Tres Cantos Madrid

Os proponemos las 10.00 horas para la reunión.

Un saludo,
Ángel Carbonero

ANEXO B – CONVITE PARA OBSERVAÇÃO DE SIMULAÇÕES PARA COPA DO MUNDO FIFIFA 2014 ONS

03/09/2015

Gmail - Treinamentos de recomposição para a copa do mundo.



Luciano Vignochi <lvignochi1@gmail.com>

Treinamentos de recomposição para a copa do mundo.

3 mensagens

[REDACTED]
Para: Luciano Vignochi <lvignochi1@gmail.com>

10 de abril de 2014 12:16

Luciano, estaremos realizando treinamentos simulados nas seguintes datas e horários:

24/04/2014 (18:00 – 22:00)

28/04/2014 (18:00 – 22:00)

30/04/2014 (18:00 – 22:00)

05/05/2014 (18:00 - 22:00)

08/05/2014 (18:00 – 22:00)

caso tenha interesse em assistir a algum destes treinamentos basta informar o dia.

ANEXO C – NEGOCIAÇÕES PARA INVESTIGAÇÃO JUNTO À ELETROSUL



Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – Laboratório de Empreendedorismo

Florianópolis, 6 de maio de 2013

Ilmo. Sr.



Gerente do Departamento de Operação do Sistema
Eletrosul

Prezado Senhor,

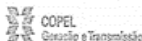
Com relação às suas dúvidas sobre o envolvimento do seu Setor no projeto "Treinamento de Equipes de Tempo Real", vimos esclarecer o seguinte:

1. O horizonte de planejamento do projeto é de 12 meses, contados a partir da assinatura do convênio com o financiador;
2. Está prevista a participação dos operadores do sistema, ainda que em diversos graus de intensidade, em todas as etapas do projeto;
3. Este dimensionamento não deve superar, na média, 1h/semana;
4. É preciso contar com um coordenador interno que será o responsável pelo acompanhamento do projeto. Para este coordenador se prevê uma dedicação de 10h/semana ao longo da duração da sua execução.

Atenciosamente,

Prof. Alvaro Lezana

ANEXO D – TERMO DE COMPROMISSO COPEL



TERMO DE COMPROMISSO, SIGILO E CONFIDENCIALIDADE

Pelo presente instrumento e na melhor forma de direito, de um lado COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA, CNPJ 0437032/0001-70, e de outro ÁLVARO GUILLERMO ROJAS LEZANA (COORDENADOR DO PD 6491-0452014 em Elaboração), CPF 528.489.739-00, residente e domiciliado na Rua das Atléticas, 121, Florianópolis, Santa Catarina. Considerando que para bom e fiel desempenho das atividades relacionadas a proposta de projeto e desenvolvimento P&D, nos moldes estipulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica, COPEL Geração e Transmissão, ÁLVARO GUILLERMO ROJAS LEZANA e membros executivos do PD 6491-0452014 em Elaboração a quem se delegar, faz-se necessária a disponibilização de informações técnicas e confidenciais, incluídas as de projeto, especificação, funcionamento, organização e desempenho da referida empresa.

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

O objeto do presente termo é a proteção das INFORMAÇÕES CONFIDENCIAIS disponibilizadas pela COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA, em razão da relação de cooperação desenvolvida pelas partes para projeto de pesquisas e desenvolvimento.

CLÁUSULA SEGUNDA – DAS DEFINIÇÕES

Todas as informações técnicas obtidas através da relação de cooperação com a COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA, relacionadas a projeto, especificação, funcionamento, organização ou desempenho da referida empresa serão tidas como CONFIDENCIAIS E SIGILOSAS.

PARÁGRAFO ÚNICO: Serão consideradas para efeito deste termo toda e qualquer informação, patenteadas ou não, de natureza técnica, operacional, comercial, jurídica, know-how, invenções, processos, fórmulas e desenhos, patentes ou não, sistemas de produção, logística e layouts, planos de negócios (business plans), métodos de contabilidade, técnicas e experiências acumuladas, documentos, contratos, papéis, e-mails, pareceres e pesquisas a que o Sr. Álvaro Guillermo Rojas Lezana tenha acesso

a) por qualquer meio físico (e.g. documentos impressos, manuscritos, fac-símile, mensagens eletrônicas (e-mail), fotografias etc);

b) por qualquer forma registrada em mídia eletrônica (fitas, cd's, dvd's, disquetes etc);

c) oralmente.

CLÁUSULA TERCEIRA – DA RESPONSABILIDADE

O Sr. ÁLVARO GUILLERMO ROJAS LEZANA compromete-se a manter sigilo não utilizando tais informações confidenciais em proveito próprio ou alheio.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: As informações confidenciais contidas aos membros executivos do projeto somente poderão ser abertas a terceiros mediante consentimento prévio e por escrito da empresa, ou em caso de determinação judicial, hipótese em que o empregado deverá informar de imediato, por escrito, à empresa para que esta procure obter e afastar a obrigação de revelar as informações.

CLÁUSULA QUARTA – DAS INFORMAÇÕES NÃO CONFIDENCIAIS

Não configuram informações confidenciais aquelas:

a) já disponíveis ao público em geral;

b) que já eram do conhecimento público antes do início do projeto e que não foram adquiridas direta ou indiretamente da empresa;

c) que não são mais tratadas como confidenciais pela empresa.

CLÁUSULA QUINTA – DA GUARDA DAS INFORMAÇÕES

Todas as informações de confidencialidade e sigilo previstas neste termo terão validade, sem prazo definido, até que se tenha autorização expressa da COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA para divulgação.

CLÁUSULA SEXTA – DAS OBRIGAÇÕES

Deverá o Sr. Álvaro Guillermo Rojas Lezana:

I) usar tais informações apenas com o propósito de bem e fiel cumprir os fins do do projeto de pesquisa e desenvolvimento;

II) proteger as informações confidenciais que lhe foram divulgadas;

III) manter procedimentos administrativos adequados à prevenção de extravio ou perda de qualquer documento ou informações confidenciais, devendo comunicar à COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA, imediatamente, a ocorrência de incidentes desta natureza, o que não excluirá sua responsabilidade.

PARÁGRAFO ÚNICO: O funcionário deverá destruir todo e qualquer documento por ele produzido que contenha informações confidenciais da empresa, quando não mais for necessária a manutenção dessas informações confidenciais, comprometendo-se a não reter quaisquer reproduções, sob pena de incorrer nas responsabilidades previstas neste instrumento.

CLÁUSULA SÉTIMA - DAS DISPOSIÇÕES ESPECIAIS

Ao assinar o presente instrumento, o Sr. Álvaro Guillermo Rojas Lezana manifesta sua concordância no seguinte sentido:

I) todas as condições, termos e obrigações ora constituídas serão regidas pelo presente Termo, bem como pela legislação e regulamentação brasileiras pertinentes;

II) o presente termo só poderá ser alterado mediante a celebração de novo termo, posterior e aditivo;

III) as alterações do número, natureza e quantidade das informações confidenciais disponibilizadas pela COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA não descaracterizam ou reduzem o compromisso ou as obrigações pactuadas neste Termo de Confidencialidade e Sigilo, que permanecerá válido e com todos os seus efeitos legais em qualquer das situações tipificadas neste instrumento;

IV) o acréscimo, complementação, substituição ou esclarecimento de qualquer das informações confidenciais disponibilizadas para o funcionário, em razão do presente objetivo, serão incorporadas a este Termo, passando a fazer dele parte integrante, para todos os fins e efeitos, recebendo também a mesma proteção descrita para as informações iniciais disponibilizadas, não sendo necessário, nessas hipóteses, a assinatura ou formalização de Termo aditivo.

CLÁUSULA OITAVA - DA VALIDADE

Este termo torna-se válido a partir da data de sua efetiva assinatura pelas partes.

Parágrafo Único: As disposições deste instrumento devem, contudo, ser aplicadas retroativamente a qualquer informação confidencial que possa já ter sido divulgada, antes da data de sua assinatura.

CLÁUSULA NONA - DAS PENALIDADES

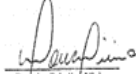
A não-observância de quaisquer das disposições de confidencialidade estabelecidas neste instrumento, sujeitará ao infrator, como também ao agente causador ou facilitador, por apelo ou omissão de qualquer daqueles relacionados neste Termo, ao pagamento, ou recomposição, de todas as perdas e danos comprovados pela empresa, bem como as de responsabilidade civil e criminal respectivas, as quais serão apuradas em regular processo judicial ou administrativo.

CLÁUSULA DÉCIMA - DO FORO

O foro competente para dirimir quaisquer dúvidas ou controvérsias resultantes da execução deste instrumento é o da cidade de Curitiba, Estado do Paraná, caso não sejam solucionadas administrativamente.

E por estarem assim justas e acordadas, as Partes assinam o presente Termo em 02 (duas) vias de igual teor e forma, na presença de duas testemunhas.

Floresópolis, 06 de Maio de 2015.



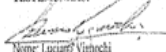
Douglas Paladino Vieira
Gerente da Divisão de Operação e Infraestrutura de Geração e Transmissão



Álvaro Guillermo Rojas Lezana

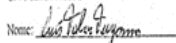
Coordenador PD 6491-0345/2014 em Eliberação

TESTEMUNHAS:



Nome: Luciano Vignochi

CPF: 62864440091



Nome: Álvaro Rojas Lezana

CPF: 004 925 916-44

ANEXO E – COMBINAÇÕES REUNIÃO OPERAÇÃO CELESC

← [ícone] [ícone] [ícone] [ícone] Mover para a Caixa de Entrada [ícone] Mais ▾

Fwd: Convite: Reunião Celesc x UFSC [redacted] Lazana) (4 de jul 10:00 ZW3) [ícone] Entrada x

[redacted]
para alvaro.lazana, mmm, Laz...

Eventos nesta mensagem

Reunião Celesc x UFSC [redacted] Lazana) sex 4 jul 2014 10:00 – 11:00 (BRT)

Reunião Celesc x UFSC [redacted] Lazana) sex 4 jul 2014 10:00 – 11:00 (BRT)

[Adicionar ao Google Agenda](#)

Olá,

Agendei uma reunião com o Eng. [redacted] para 04/jul - 10h, ref ao projeto TR Operadores. Na 1a semana de julho, a manh
Por favor, confirmem se todos tem disponibilidade


----- Mensagem encaminhada -----

De: [redacted] <[redacted]@celesc.com.br>

Data: 04 de junho de 2014, às 09:05

Assunto: Convite: Reunião Celesc x UFSC ([redacted] Lazana) (4 de jul 10:00 ZW3)

[redacted] <[redacted]@celesc.com.br>

 **Convite: Reunião Celesc x UFSC ([redacted] Lazana)**

04/07/2014 -

Coordenador: [redacted] Celesc

Enviado por: [redacted]

Nenhuma informação de localização

ANEXO F - TRECHO DE RELATÓRIO DE ANÁLISE DE OCORRÊNCIA ONS

2. Anormalidades e dificuldades observadas:

2.1 A operação da [REDACTED] não seguiu os Procedimentos Sistêmicos previstos para a Operação da [REDACTED], conforme IO-OIS.IBP_revisão_09. Abriu, sem a autorização do COSR-S, o disjuntor 230 kV da [REDACTED] e os disjuntores do lado de [REDACTED] sem a devida necessidade, uma vez que não houve desligamento total da instalação. As situações não previstas na Instrução de Operação deverão ser realizadas somente com a coordenação do ONS.

2.2 [REDACTED]

ANEXO G – EXEMPLO INDISPONIBILIDADE POR ERROS HUMANOS – PARCELA VARIÁVEL

6. PARCELA VARIÁVEL

6.1 O que é a Parcela Variável?

É a redução mensal do Pagamento Base - Parcela Variável da transmissora relativa à duração efetiva dos desligamentos programados e outros desligamentos das “funções de transmissão” da Rede Básica, bem como de restrições operativas, cancelamentos de programações e atrasos de obras.

A Ren ANEEL nº 270/07, estabeleceu 5 tipos de Parcela Variável que podem gerar desconto na receita da transmissora.

$$PV = PVI + PVRO + PPCI + PVAR + PVR$$

Mensalmente, a área de contabilização do ONS emitirá o AVC – Aviso de Crédito associado às receitas da COPEL com o desconto da Parcela Variável, se existir, para o mês.

7. TIPOS DE PARCELA VARIÁVEL

7.1 PVI – Parcela Variável por Indisponibilidade

É a Parcela Variável associada aos desligamentos das Funções de transmissão da Rede Básica – Programados ou Outros Desligamentos.

a) Quando se incide o desconto?

O desconto da Parcela Variável ocorre quando há indisponibilidade da FT superior a 1 minuto, desde que a indisponibilidade não seja enquadrada nos casos de isenção do desconto da PV.

b) Qual a fórmula de cálculo?

O cálculo do desconto de PVI em R\$ para cada Função de Transmissão da Rede Básica num determinado mês, após a verificação se deve ser aplicada é o seguinte:

$$PVI = \frac{PB}{1440.D} K_p \left(\sum_{i=1}^{NP} DVDP_i \right) + \frac{PB}{1440.D} \left(\sum_{i=1}^{NO} K_o DVOD_i \right)$$

onde:

PB = Pagamento Base mensal total da FT

D = número de dias do mês

DVDP = duração verificada de Desligamento Programado (em minutos)

DVOD = duração verificada de Outros Desligamentos (em minutos)

NP = número de desligamentos Programados

NO = número de Outros Desligamentos

Nota : Para um evento de Outros Desligamentos, após 300 minutos (5 horas) este torna-se um evento de Desligamento Programado sendo utilizado a partir do minuto subsequente o fator k_p do ano em vigor.

c) Quais desligamentos são apurados como passíveis de Parcela Variável?

Para atendimento a ReN nº 270/2007 são apurados todas as restrições operativas temporárias e desligamentos, com duração superior a 1 (um) minuto no equipamento principal da FT ou nos equipamentos complementares que afetem a disponibilidade da FT, desprezando-se a fração de minuto. O que significa que para registro dos horários, deve haver truncamento e não arredondamento nos segundos.

LEVANTAMENTO DE TEMPO DE INDISPONIBILIDADE CAUSADA PELA S EQUIPES DE OPERAÇÃO (ANOS 2013 e 2014)

Relatório	Função Transmissão	Causa fundamental	Natureza	Área	Região	Tempo de Indisponibilidade
					Equipe	
RAOP	Transformador A da SE	Falha na informação referente ao serviço executado	Humanas	Operação	Técnico	00h10min
RAOP	Disjuntor gemi B de 230 kV da SE	Comando indevido dado pelo operador	Humanas	Operação		00h03min
RAOP	Banco de Capacitores 5 da SEI	Equivoco ao telecomandar a abertura de banco de capacitores, realizando o comando em duplicidade.	Humanas	Operação		00h30min
RAOP	Disjuntor de transferência 230 kV	Erro na manobra	Humanas	Operação		00h01min
RAOP	LT 230 kV	Posição errada da chave 43R	Humanas	Operação		00h00min * FM
RAOP	Burra de 230 kV da SE	Falha de informação específica na norma de recomposição	Humanas	Operação		00h20min
RAOP	Banco de Capacitores 5 da SEI	Manobra em BC em tela não apropriada –(Resumo das Tensões	Humanas	Operação		00h08min
RAOP	LT 230 kV	A instância ITP (05/603-023 não possui a informação da chave 43TM para o circuito...	Humanas	Operação		00h08min
RAOP	LT 230 kV	Erro durante a execução das manobras de retomo após programação da Subestação...	Humanas	Operação		00h29min
RAOP	Disjuntor circuito 525 kV	Comando indevido (Abertura ao invés de bloqueio do dj 52-22)	Humanas	Operação		00h00min * FM

Obs: Relatórios já analisados e finalizados para os anos de 2013 e 2014.

ANEXO H - EXEMPLO DE FLEXIBILIDADE EM APLICAÇÃO DE INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO

3.2 Com relação à recusa de fechamento do disjuntor [REDACTED] na SE [REDACTED], a [REDACTED] informou que após a ocorrência, no dia [REDACTED], a [REDACTED] realizou intervenção programada na SE [REDACTED] e verificou que o relé de sincronismo dos circuitos 230 kV [REDACTED] encontrava-se em operação normal. A [REDACTED] informou ainda, que fez um levantamento das ocorrências de desligamento da barra de 230 kV da SE [REDACTED] desde [REDACTED], e verificou que em [REDACTED] a recomposição da referida barra foi realizada com a SE [REDACTED] recebendo tensão da SE [REDACTED]. Desta forma, constata-se que há possibilidade de recompor a LT nos dois sentidos, conforme consta na IO-OI.S.PTO.