



Projeto de P&D

Ambiente de Simulação para Planejamento de Termelétricas

Relatório Atividades

Descrição:

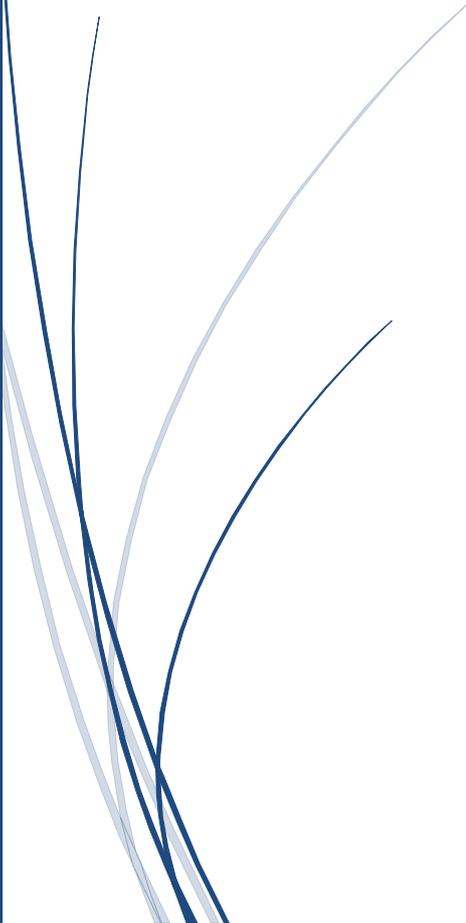
Relatório Final das Atividades Realizadas no Projeto

Relatório BORBOREMA

F01-00 / Revisão 00

Código ANEEL

PD-06471-0118/2018



Projeto de P&D

Ambiente de Simulação para Planejamento de Termelétricas

Relatório Final

Atividades Realizadas no Projeto

Relatório BORBOREMA
F01-00 / Revisão 00

Relatório Elaborado por:

Germano Lambert-Torres
Coordenador do Projeto
Instituto Gnarus

Ricardo Schneeweiss de Farias
Gerente do Projeto
Borborema Energética

Sumário

1	Introdução	1
1.1	IDENTIFICAÇÃO DAS ENTIDADES E RESPECTIVAS EQUIPES EXECUTORAS	1
1.2	HISTÓRICO DA LINHA DE PESQUISA	3
2.	Apresentação do Projeto	4
2.1	JUSTIFICATIVA DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	4
2.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	5
2.3	OBJETIVOS DO PROJETO	6
2.4	RESULTADOS PRETENDIDOS	8
2.5	PALAVRAS-CHAVES	9
3.	Etapas Desenvolvidas neste Projeto	10
3.1	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	10
3.2	DESCRIÇÃO MENSAL DAS ETAPAS	12
3.2.1	Etapa 1 - Revisão Teórica do Estado da Arte.....	12
3.2.2	Etapa 2 - Montagem das Estruturas Lógicas (I).....	13
3.2.3	Etapa 3 - Estruturação do Conhecimento das Usinas Termelétricas (I).....	15
3.2.4	Etapa 4 - Desenvolvimento das Interfaces (I)	17
3.2.5	Etapa 5 - Testes Intermediários no Pacote Computacional.....	18
3.2.6	Etapa 6 - Montagem das Estruturas Lógicas (II).....	22
3.2.7	Etapa 7 - Estruturação do Conhecimento das Usinas Termelétricas (II)	23
3.2.8	Etapa 8 - Desenvolvimento do Módulo de Explicação	25
3.2.9	Etapa 9 - Desenvolvimento das Interfaces (II).....	31
3.2.10	Etapa 10 - Testes Finais no Pacote Computacional	35
3.2.11	Etapa 11 - Montagem da documentação final	35
3.2.13	Etapa 12 - Transferência Tecnológica.....	35
4.	Fundamentação Teórica dos Desenvolvimentos Realizados.....	36
4.1	DESCOBERTA DE CONHECIMENTO EM BASES DE DADOS.....	36
4.1.1	O que é a Descoberta de Conhecimento?.....	36
4.1.2	Estágios Operacionais do Processo da Descoberta de Conhecimento	37
4.1.3	Metodologia CRISP-DM.....	39
4.2	LÓGICAS MATEMÁTICAS	42
4.2.1	Lógica Fuzzy	42
4.2.1.1	Definição de Conjuntos Fuzzy	43
4.2.1.2	Intensificadores Linguísticos.....	46
4.2.1.3	Operações e Conjunções	47
4.2.1.4	Regras e Mapeamento	49
4.2.1.5	Comparação entre o Controle Convencional e o Controle Fuzzy de Processos	50
4.2.1.6	Exemplo da Construção de um Conjunto de Regras	51
4.2.1.7	O Processo de Controle	53
4.2.2	Lógica Paraconsistente	57
4.2.2.1	Histórico da Lógica Paraconsistente	59

4.2.2.2	Características da Lógica Paraconsistente.....	61
4.2.2.3	Lógica Paraconsistente Anotada - LPA	62
4.2.2.4	Aplicações da Lógica Paraconsistente	65
4.2.3	Lógica dos Conjuntos Aproximados	67
4.2.3.1	Conceitos Fundamentais	67
4.2.3.2	Métricas de Conjuntos Aproximados	71
4.3	MODELAGEM DO CONHECIMENTO VIA LÓGICA MATEMÁTICA	75
4.3.1	Considerações Iniciais.....	75
4.3.2	Princípios Fundamentais	76
4.3.3	Lógica Fuzzy na Lógica Matemática	79
4.3.4	Lógica de 3 Estados.....	80
4.3.5	Representação do Indefinido na Lógica Fuzzy	82
4.3.6	Lógica Paraconsistente na Lógica Matemática	83
4.3.7	Outras Considerações	90
4.4.	PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA	91
4.4.1.	Considerações Iniciais.....	92
4.4.2.	Elementos Fundamentais.....	94
4.4.3.	Estrutura Hierárquica	95
4.4.4	Exemplo Passo a Passo	97
4.4.5	Variações no Método AHP	101
5.	Contribuições e Originalidade do Projeto	104
5.1	ESTUDO DE ANTERIORIDADE.....	104
5.2	CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA AO ESTADO-DA-ARTE	108
5.2.1	Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores – LPA2v	109
5.2.1.1	Conectivos Lógicos da LPA2v.....	112
5.2.1.2	Proposições Mal-comportadas	115
5.2.1.3	Considerações Importantes	117
5.2.2	Análise de Inconsistências	118
5.2.2.1	Índice de Consistência.....	118
5.2.2.2	Índice de Consistência Aleatória (Randômico).....	119
5.2.2.3	Grau de Inconsistência	119
5.2.3	Modelagem do Processo de Tomada de Decisão	120
5.3.1.1	Avaliação das Alternativas.....	121
5.3.1.2	Escala Fundamental.....	122
5.3.1.3	Vetor de Ordenação.....	124
5.3.1.4	A Matriz de Avaliação e o Grau de Inconsistência.....	126
5.3	ORIGINALIDADE DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS	127
6.	Aplicabilidade e Abrangência do Projeto	131
6.1	APLICABILIDADE DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS	131
6.1.1	Produto 1: Programa SimUTE - Ambiente de Simulação para Tomada de Decisão em Usinas Termelétricas	131
6.1.1.1	Área de Trabalho	132
6.1.1.2	Modelo de Decisão.....	136
6.1.1.3	Avaliação e Priorização.....	141
6.2.1.4	Decisão Final e Relatórios.....	146
6.1.2	Produto 2: Ambiente 3D para Auxílio no Planejamento de Usinas Termelétricas	150

6.1.2.1 Hardware Utilizado no Desenvolvimento	151
6.1.2.2 Ambiente de Simulação para Planejamento Termelétrico	159
6.1.2.3 Objetos Manipuláveis	173
6.1.3 Produto 3: Ambiente de Análise e Gestão Financeira para Tomada de Decisão em Usinas Termelétricas	180
6.1.3.1 Instalação do Programa	181
6.1.3.2 Tipos de Usuários	182
6.1.3.3 Usuário Padrão	183
6.2.3.4 Usuário Integrador	188
6.2.3.5 Usuário Administrador	195
6.2 TESTES DE FUNCIONALIDADE	196
6.2.1 Aplicação Geral do Programa SimUTE	197
6.2.2 Aplicação Específica do Programa SimUTE	205
6.2.3 Aplicação com Logística Rodoviária	216
6.2.4 Aplicação com Logística por Gasodutos	220
7. Contribuições e Relevância do Projeto	225
7.1 CONTRIBUIÇÕES E IMPACTOS ECONÔMICOS	225
7.1.1 Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Produtividade	226
7.1.2 Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Qualidade do Fornecimento	228
7.1.3 Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Gestão de Ativos	229
7.1.4 Contribuições e Impactos Econômicos ligados ao Mercado de Energia	230
7.1.5 Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Eficiência Energética	231
7.2 CONTRIBUIÇÕES E IMPACTOS TECNOLÓGICOS	232
7.2.1 Contribuições e Impactos Tecnológicos relacionados à Infraestrutura Laboratorial	232
7.2.2 Contribuições e Impactos Tecnológicos relacionados à Propriedade Industrial	235
7.2.3 Contribuições e Impactos Tecnológicos relacionados ao Registro de Programas Computacionais	239
7.2.3.1 SimUTE - Ambiente de Simulação para Tomada de Decisão em Usinas Termelétricas	239
7.2.3.2 Ambiente 3D para Auxílio no Planejamento de Usinas Termelétricas	240
7.2.3.3 Ambiente de Análise e Gestão Financeira para Tomada de Decisão em Usinas Termelétricas	241
7.2.4 Contribuições e Impactos Tecnológicos relacionados à Transferência de Conhecimento e à Capacitação Técnica e Tecnológica	243
7.3 CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS	244
7.3.1 Contribuições Científicas relacionadas à Produção Técnico-Científica	244
7.3.2 Contribuições Científicas relacionadas à Titulação em Programas de Pós-Graduação	246
7.3.2.1 Memorial de Cálculo Implementado no Programa de Realidade Virtual	246
7.3.2.2 Cálculo das Tarifas Implementado no Programa de Realidade Virtual	251
7.3.2.3 Estrutura das Logísticas	253
7.4 CONTRIBUIÇÕES E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	254
7.4.1 Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados aos Riscos e Impactos Ambientais	254
7.4.2 Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados aos Riscos e Impactos Sociais	255

7.4.3	Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados ao Desenvolvimento de Novas Atividades Socioeconômicas.....	255
7.4.4	Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados aos Benefícios para a Sociedade	256
8.	Recursos Empregados e Justificativas	258
8.1	RELAÇÃO DOS VALORES DAS RUBRICAS DAS EXECUTORAS.....	258
8.2	CARGA HORÁRIA DOS PESQUISADORES DO PROJETO DAS EXECUTORAS	259
8.3	DESPESAS DA RUBRICA MATERIAL DE CONSUMO	261
8.4	DESPESAS DA RUBRICA DE MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	262
8.5	DESPESAS DA RUBRICA DE SERVIÇO DE TERCEIROS.....	262
8.6	DESPESAS DA RUBRICA DE DIÁRIAS E VIAGENS.....	263
8.7	DESPESAS DA RUBRICA OUTROS	264
8.8	RELAÇÃO DAS NOTAS FISCAIS EMITIDAS PELO INSTITUTO GNARUS E IATI	267
9.	Razoabilidade dos Custos.....	269
9.1	ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	269
10.	Conclusões.....	272
11.	Anexos	279
11.1	PEDIDO DE PATENTE DE INVENÇÃO JUNTO AO INPI	279
11.2	REGISTRO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL 1	320
11.3	REGISTRO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL 2	342
11.4	REGISTRO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL 3	353
11.5	SLIDES DO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA	364
11.6	ARTIGO NA BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY	410
11.7	NOTAS FISCAIS DA RUBRICA MATERIAL DE CONSUMO.....	427
11.8	NOTAS FISCAIS DA RUBRICA SERVIÇOS DE TERCEIROS.....	431
11.9	NOTAS FISCAIS DA RUBRICA VIAGENS E DIÁRIAS.....	442
11.10	NOTAS FISCAIS DA RUBRICA OUTROS	454
11.11	NOTAS FISCAIS EMITIDAS PELO INSTITUTO GNARUS	457
11.12	NOTAS FISCAIS EMITIDAS PELO IATI	479