

Projeto de P&D

**Desenvolvimento de Sistema
Compactador Automatizado
Móvel de Matéria-Prima**

Relatório de Atividades

Descrição:

Relatório Final das Atividades
Realizadas no Projeto

Relatório SUAPE II

F01 / Revisão 00

Código ANEEL

PD-05428-0008/2019

Projeto de P&D

Desenvolvimento de Sistema Compactador Automatizado Móvel de
Matéria-Prima

Relatório de Atividades

Atividades Realizadas no Projeto

Relatório SUAPE II
F01 / Revisão 00

Relatório Elaborado por:

Erik Leandro Bonaldi Coordenador do Projeto INSTITUTO GNARUS	Rosa Martins Gerente do Projeto SUAPE II
---	---

Outubro de 2021

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. IDENTIFICAÇÃO DAS ENTIDADES E RESPECTIVAS EQUIPES EXECUTORAS	9
1.2. HISTÓRICO DA LINHA DE PESQUISA	11
2. APRESENTAÇÃO DO PROJETO	12
2.1. OBJETIVO DO PROJETO	12
2.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO	12
2.3. JUSTIFICATIVA PARA EXECUÇÃO DO PROJETO	16
2.4. RESULTADOS PRETENDIDOS E ALCANÇADOS	16
2.5. METODOLOGIA DA PESQUISA	17
2.6. ESTUDO DE ANTERIORIDADE	18
2.6.1. Busca na Base de Projetos da ANEEL	18
2.6.2. Busca na Base de Patentes do INPI e no Banco de Patentes do EUA	21
2.6.3. Busca no GOOGLE	22
3. PROGRAMA DE TRABALHO E RELATÓRIO DE ATIVIDADES	24
3.1. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	24
3.2. ETAPA 1: LEVANTAMENTO E ALINHAMENTO DE REQUISITOS	25
3.3. ETAPA 2: PROJETO DETALHADO	27
3.4. ETAPA 3: AQUISIÇÕES E MONTAGENS ELETROMECÂNICAS	32
3.5. ETAPA 4: DESENVOLVIMENTO DOS PROCESSOS DE MONITORAÇÃO E SUPERVISÃO	55
3.6. ETAPA 5: TRANSPORTE E TESTES DO SISTEMA MÓVEL	63
3.7. ETAPA 6: FINALIZAÇÃO DO PROJETO E WORKSHOP FINAL	81
3.8. ETAPA 7: COORDENAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	82
4. ESTUDOS SOBRE BRIQUETES E BRIQUETADEIRAS	95

4.1.	BRIQUETE.....	95
4.2.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BRIQUETES	96
4.2.1.	Forma	96
4.2.2.	Tamanho	97
4.2.3.	Cor.....	97
4.2.4.	Densidade	97
4.2.5.	Teor de Umidade.....	97
4.2.6.	Composição Química	98
4.2.7.	Poder Calorífico.....	98
4.2.8.	Teor de Cinzas	98
4.3.	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BRIQUETES	99
4.4.	TIPOS DE BRIQUETADEIRAS	100
4.4.1.	Briquetadeira Hidráulica	100
4.4.2.	Briquetadeira Paletizadora	101
4.4.3.	Briquetadeira Mecânica.....	102
4.4.4.	Briquetadeira por Extrusão.....	102
4.4.5.	Briquetadeira para Laboratório.....	103
5.	CARACTERÍSTICAS DA LOCALIDADE	104
5.1.	MUNICÍPIO DE ARIPUANÃ	104
5.2.	PROBLEMÁTICAS PRESENTES NA PRODUÇÃO DE ENERGIA DA UTE GUAÇU.....	105
5.2.1.	Análise da Produção de Energia dentro do Ciclo Rankine	106
5.2.2.	Médias Climáticas da Região de Aripuanã-MT	108
5.2.3.	Condições das Estradas do Município Aripuanã e Regiões Próximas	111
6.	ENSAIOS INICIAIS DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.....	112
6.1.	TIPO DE MADEIRAS MAIS COMERCIALIZADAS DO MUNICÍPIO ARIPUANÃ.....	112
6.2.	LOCAL DE COLETA.....	114
6.3.	AMOSTRAS DAS MADEIRAS.....	115
6.3.1.	Maravalhas de Madeira	116
6.3.2.	Serragem (Pó de Serra)	116
6.3.3.	Cavaco	117
6.3.4.	Pó de Cinzas	117
6.4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ENERGÉTICAS DOS RESÍDUOS	118
6.4.1.	Teor de Umidade.....	118
6.4.2.	Teor de Cinzas	119

6.4.3.	Densidade Aparente.....	119
6.4.4.	Poder Calorífico Superior (PCS).....	120
6.4.5.	Poder Calorífico Inferior (PCI)	121
6.5.	AVALIAÇÃO ENERGÉTICA ENTRE OS BRIQUETES E A LENHA	121
6.6.	RESULTADOS DOS TESTES.....	123
6.6.1.	Desempenho Energético dos Resíduos Madeireiros <i>In Natura</i>	123
6.6.2.	Quantidade de Energia (kW) por Quilograma dos Resíduos <i>In Natura</i>	126
6.6.3.	Valorização Energética dos Resíduos Madeireiros depois do Processo de Compactação	127
6.6.4.	Comparação do Desempenho Energético dos Resíduos <i>In Natura</i> e Compactados em Forma de Briquetes	128
7.	CARACTERÍSTICAS DA COMPACTAÇÃO DOS RESÍDUOS	130
7.1.	MECANISMO DE COMPACTAÇÃO.....	130
7.2.	ENERGIA UTILIZADA PARA A COMPACTAÇÃO	131
7.3.	DESGASTES E REVESTIMENTOS DOS COMPONENTES DAS MÁQUINAS DE COMPACTAÇÃO.....	132
7.4.	FATORES QUE AFETAM A COMPACTAÇÃO	132
7.4.1.	Temperatura.....	133
7.4.2.	Pressão	133
7.4.3.	Tamanho das Partículas.....	133
8.	PROJETO DETALHADO DO SISTEMA COMPACTADOR AUTOMÁTICO	134
8.1.	SISTEMA SEPARADOR DE IMPUREZAS	135
8.1.1.	Peneiramento	135
8.1.2.	Modelos para Seleção da Peneira.....	138
8.2.	SECADOR.....	141
8.2.1.	Métodos de aquecimento para a secagem.....	141
8.2.2.	Importância da Secagem nos Resíduos de Madeiras	145
8.2.3.	Metodologia de Seleção do Secador.....	146
8.2.4.	Secadores de Tambor Rotativo de Mercado	149
8.3.	BRIQUETADEIRA	152
8.3.1.	Vantagem da Compactação	152
8.3.2.	Tecnologias de Compactação	153
8.3.3.	Processo de Briquetagem	154
8.3.4.	Metodologia de Seleção de Briquetadeiras	154
8.3.5.	Briquetadeira de Prensa Extrusora de Pistão Mecânico	155
8.3.6.	Propostas de Briquetadeiras de Pistão Mecânico no Mercado	156

8.4.	PROPOSTA DE DESENHO DO SISTEMA COMPACTADOR MÓVEL.....	159
9.	CONSTRUÇÃO DO SISTEMA COMPACTADOR AUTOMÁTICO	162
9.1.	EQUIPAMENTOS SELECIONADOS PARA O SISTEMA COMPACTADOR.....	162
9.1.1.	Briquetadeira	162
9.1.2.	Sistema de Secagem	163
9.1.3.	Câmara de Combustão	167
9.1.4.	Projeto do Ciclone	169
9.1.5.	Projeto da Peneira.....	171
9.1.6.	Máquina de Corte	172
9.2.	AQUISIÇÃO E FABRICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	173
9.2.1.	Etapa I.....	173
9.2.2.	Etapa II	178
9.2.3.	Etapa III	183
9.3.	MONTAGENS ELETROMECÂNICAS DOS EQUIPAMENTOS	184
10.	PROCESSOS DE MONITORAÇÃO E SUPERVISÃO DO SISTEMA COMPACTADOR AUTOMÁTICO	188
10.1.	SISTEMA DE SECAGEM E PENEIRAMENTO	188
10.2.	SISTEMA DA BRIQUETADEIRA	193
10.3.	SISTEMA DE CORTE.....	195
10.4.	PAINEL DE COMANDO DE CENTRAL.....	196
11.	CONTRIBUIÇÕES E ORIGINALIDADE DO PROJETO.....	198
11.1.	DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA	199
11.2.	CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA AO ESTADO-DA-ARTE.....	200
11.3.	INEDITISMO	201
12.	APLICABILIDADE DO PROJETO.....	203
12.1.	ABRANGÊNCIA DA APLICAÇÃO	203
12.2.	TESTES DE FUNCIONALIDADE	204
12.2.1.	Simulações.....	204
12.2.2.	Ensaio de laboratório.....	206
12.2.3.	Testes em Ambiente Controlado de Laboratório	210

12.2.4.	Adaptações do Sistema Móvel	217
12.2.5.	Ajustes no Sistema de Briquetagem.....	218
12.2.6.	Ajustes no Sistema de Peneiramento e Secagem.....	220
12.2.7.	Treinamento da Equipe da Usina no Sistema e Teste em Campo.....	221
13.	CONTRIBUIÇÕES E RELEVÂNCIA DO PROJETO	227
13.1.	CONTRIBUIÇÕES E IMPACTOS ECONÔMICOS	227
13.1.1.	Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Produtividade	227
13.1.2.	Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Qualidade do Fornecimento	228
13.1.3.	Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Gestão de Ativos	229
13.1.4.	Contribuições e Impactos Econômicos ligados ao Mercado de Energia	230
13.1.5.	Contribuições e Impactos Econômicos ligados à Eficiência Energética	231
13.2.	CONTRIBUIÇÕES E IMPACTOS TECNOLÓGICOS.....	231
13.2.1.	Contribuições e Impactos Econômicos relacionados à Propriedade Industrial	231
13.2.2.	Contribuições e Impactos Econômicos relacionados ao Registro de Programas Computacionais.....	237
13.2.3.	Contribuições e Impactos Econômicos relacionados à Transferência de Conhecimento e à Capacitação Técnica e Tecnológica.....	240
13.3.	CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS.....	241
13.3.1.	Contribuições Científicas relacionadas à Produção Técnico-Científica.....	242
13.3.2.	Contribuições Científicas relacionadas à Titulação em Programas de Pós-Graduação	243
13.4.	CONTRIBUIÇÕES E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	246
13.4.1.	Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados aos Riscos e Impactos Ambientais.....	246
13.4.2.	Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados aos Riscos e Impactos Sociais	247
13.4.3.	Contribuições e Impactos Socioambientais relacionados ao Desenvolvimento de Novas Atividades Socioeconômicas	248
14.	RECURSOS EMPREGADOS E JUSTIFICATIVAS	249
14.1.	RELAÇÃO DOS VALORES DAS RUBRICAS DAS EXECUTORAS.....	249
14.2.	CARGA HORÁRIA DOS PESQUISADORES DO PROJETO DAS EXECUTORAS	251
14.3.	DESPESAS DA RUBRICA RECURSOS HUMANOS	252
14.4.	DESPESAS DA RUBRICA MATERIAL DE CONSUMO	255
14.5.	DESPESAS DA RUBRICA MATERIAL PERMANENTE E EQUIPAMENTOS	256
14.6.	DESPESAS DA RUBRICA SERVIÇO DE TERCEIROS	256

14.7.	DESPESAS DA RUBRICA VIAGENS E DIÁRIAS	257
14.8.	DESPESAS DA RUBRICA OUTROS.....	258
15.	RAZOABILIDADE DOS CUSTOS	263
15.1.	CENÁRIO 1: REDUÇÃO NO CUSTO DE TRANSPORTE	264
15.2.	CENÁRIO 2: GANHOS DE EFICIÊNCIA	266
16.	CONCLUSÕES	269
17.	ANEXOS	276
17.1.	ANEXO 1: DIAGRAMAS FUNCIONAIS DO PAINEL DE COMANDO CENTRAL.....	276
17.2.	ANEXO 2: MANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA.....	330
17.2.1.	Sistema de Secagem	330
17.2.2.	Sistema de Briquetagem	340
17.2.3.	Falhas e Soluções	354
17.3.	ANEXO 3: PEDIDO DE PATENTE BR 20 2021 016906 6	356
17.4.	ANEXO 4: CERTIFICADOS DOS REGISTROS DE SOFTWARES JUNTO AO INPI.....	412
17.5.	ANEXO 5: SLIDES DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA.....	415
17.6.	ANEXO 6: ARTIGO A1 PUBLICADO.....	462
17.7.	ANEXO 7: NOTAS FISCAIS DA RUBRICA RECURSOS HUMANOS.....	476
17.8.	ANEXO 8: NOTAS FISCAIS DA RUBRICA MATERIAL DE CONSUMO.....	549
17.9.	ANEXO 9: NOTA FISCAL DA RUBRICA MATERIAL PERMANENTE E EQUIPAMENTOS	570
17.10.	ANEXO 10: NOTAS FISCAIS DA RUBRICA SERVIÇOS DE TERCEIROS.....	576
17.11.	ANEXO 11: COMPROVANTES DA RUBRICA VIAGENS E DIÁRIAS	593
17.12.	ANEXO 12: NOTAS DE DÉBITO E NOTAS FISCAIS DA RUBRICA OUTROS	614