

ANEXO I – Documento de Nivelamento de Informações

Documento preparado pela Coordenação Geral da RTG, em 21 de novembro de 2002, para a reunião do Consórcio Brasil/Ucrânia.

RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás
Documento de Nivelamento de Informações

1. O encontro sobre a Inserção de Tecnologia de Turbinas a Gás no Brasil, promovido pelo MME, o MCT, o MDIC e a FIRJAN, em 25 e 26 de setembro de 2001, no Rio de Janeiro, indicou a necessidade de estabelecimento de uma Rede envolvendo as instituições que trabalham com turbinas a gás no Brasil, tanto de pesquisa quanto de fabricação, operação e manutenção.
2. O Programa de P&D em Turbinas a Gás - Termo de Referência, da FINEP, aprovado pelo Comitê Gestor do CT-ENERG, traçou como objetivo o estabelecimento de contornos de um Programa Nacional de P&D em Turbinas a Gás que reúna as instituições de ensino superior, centros de pesquisa e a indústria para, em REDE, delimitar a área de atuação do Programa, explicitando o objeto e a natureza das ações e estabelecimento de prioridades.
3. A REDE, preconizada no Termo de Referência do CTENERG, deverá estimular o conhecimento no campo do projeto e da fabricação de turbinas a gás e de seus periféricos, bem como promover a capacitação de recursos humanos para manutenção e operação de centrais termelétricas a gás.
4. A FINEP e o CTA/ITA prepararam as bases do que seria uma REDE que atendesse às orientações, promovendo encontros com profissionais (professores, pesquisadores e engenheiros) das diversas instituições e indústrias, produzindo um Programa de Trabalho com a finalidade de: a) formar recursos humanos, a partir do núcleo capacitado em turbinas a gás existente em algumas instituições (CTA/ITA, EFEI, por exemplo), para nuclear a formação de seus próprios recursos humanos e das demais instituições e indústrias; b) treinar pessoal para a operação e manutenção de turbinas a gás; c) adquirir capacitação em turbinas a gás, desde a concepção do motor até a sua operação, passando por especificação, projeto, fabricação, ensaios, desenvolvimento etc.
5. O CTA/ITA preparou um programa de P&D tendo como elemento motivador a produção de uma turbina a gás na forma de um demonstrador de tecnologia a ser projetado pela RTG e fabricado pela indústria nacional. Foram definidas as seguintes fases para esse programa: Fase I - Projeto aerodinâmico; Fase II - Projeto Mecânico; Fase III - Procura e fabricação de componentes e do motor completo; Fase IV - Ensaios.
6. Em reunião convocada pela FINEP, com a participação das instituições de ensino, de pesquisa e das indústrias que manifestaram interesse em participar da Rede, foi implantada a RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás e eleitos os Coordenadores (Geral, de Aplicações, de Treinamento, de P&D, de Fabricação e de Normatização). Nessa reunião também foi aprovado o programa de P&D apresentado pelo CTA/ITA.
7. **Objetivo.** O objetivo da RTG foi estabelecido: deter a tecnologia de concepção, projeto, fabricação, montagem, ensaios, desenvolvimento, aplicações, operação e manutenção de turbinas a gás.
8. **Estratégia.** motivar e agregar à RTG a capacidade nacional existente nas instituições de ensino, de pesquisa e nas indústrias, com a finalidade de, em rede, deter a tecnologia de turbinas a gás.

9. **Implementação.** a) Formação de recursos humanos para nuclear grupos nas diversas instituições filiadas e comprometidas com a RTG (com profundo conhecimento teórico nas áreas correspondentes); b) Treinamento de mão-de-obra para atender a demanda da indústria; c) Ação dos membros da RTG em suas instituições para garantir que seus currículos contemplem, em nível adequado, disciplinas e programas ligados às turbinas a gás; d) Provisão de infra-estrutura de apoio (biblioteca, laboratórios, recursos computacionais, etc.); e) desenvolvimento de um demonstrador de tecnologia com a participação de todos da RTG; e f) Mobilização industrial para permitir a fabricação de turbinas a gás no Brasil.
10. **Projeto da Turbina.** Utilizando a experiência do CTA/ITA, foi concebido o projeto do demonstrador de tecnologia de uma turbina a gás na faixa de 1 MW de potência, para utilização em usina termelétrica, a ser realizado em quatro fases: Fase I - Projeto aerodinâmico (obtenção de um desenho em corte do motor, em escala real, com as dimensões fixadas em função de cálculos realizados pelos integrantes da RTG); Fase II - Projeto Mecânico (a partir dos resultados da Fase I, especificar e/ou dimensionar todas as peças do motor, em parceria com a indústria); Fase III - Procura e Fabricação (adquirir peças e equipamentos no mercado nacional e fabricar o restante, utilizando a indústria sempre que possível); Fase IV - Montagem e ensaios do demonstrador de tecnologia (montar e ensaiar subconjuntos, conjuntos e motor completo, com vistas a levantamento de desempenho e desenvolvimento do demonstrador de tecnologia, a fim de que possa ser realizado projeto de um protótipo, caso requisitado pela indústria).
11. **Bancos de Ensaios.** A fim de permitir os ensaios em conjuntos e do motor, será implantada infra-estrutura de ensaios de P&D distribuída entre as instituições comprometidas com a RTG, iniciando-se pelos bancos de ensaios de compressores, de turbinas (no CTA) e de câmaras de combustão (no INPE), aproveitando investimentos anteriores, nessas instituições, em bancos similares.
12. **Modo de operação.** A RTG operará através de Projetos encomendados pela FINEP. O Coordenador de P&D (João Roberto Barbosa), tendo como meta a realização do projeto de um demonstrador de tecnologia de uma turbina de 1 MW de potência, preparou o planejamento preliminar das atividades, identificando as tarefas a serem realizadas, distribuindo-o a todos os integrantes da RTG, pela Internet.. De acordo com o cronograma de atividades, os integrantes da RTG serão convidados para a apresentação dos projetos apropriados a cada Fase do programa. Os projetos serão compatibilizados pelo Coordenador Geral, ouvidos os Coordenadores de Áreas, e submetidos à FINEP e esta, por sua vez, ao Conselho Gestor do CTENERG.
13. **Fase I.** Para a Fase I foram solicitados dos integrantes da RTG que apresentassem Projetos para a execução das tarefas. O Coordenador de P&D compatibilizou as propostas recebidas, ouvidos os autores dos projetos o projeto correspondente, a fim de que fossem preenchidos os formulários da FINEP. Ações análogas foram solicitadas pelo Coordenador Geral aos demais Coordenadores de Áreas. Foram analisados na Fase I, e receberam aprovação da FINEP, 9 projetos para implantação de infra-estrutura de ensaios de P&D (3), de treinamento (4), de normatização (1) e projeto aerodinâmico (1).
14. **Responsabilidades.** Aprovado um projeto, é de responsabilidade do seu gerente a sua execução conforme o planejado e aprovado. Caberá ao Coordenador de Área supervisionar a execução do projeto e ao Coordenador Geral a compatibilização de execução dos diversos projetos.
15. **Protótipo.** O projeto do protótipo será realizado pela RTG em função de opção da indústria pela produção seriada da turbina a gás (demonstrador de tecnologia). O protótipo partirá do demonstrador de tecnologia, cujo desempenho foi medido, adequando-se o projeto à especificação final do motor.

ANEXO II – Descrição da RTG

Documento preparado pela Coordenação Geral da RTG, em 21 de novembro de 2002, para a reunião do Consórcio Brasil/Ucrânia.

RTG

Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás

ÍNDICE

1. **Histórico**
2. **Visão**
3. **Missão**
4. **Participantes da Rede em Outubro / 2002**
5. **Bases do Programa**
6. **Objetivos Básicos**
7. **Fases do Projeto**
8. **Integração RTG - Projeto Ucrânia**
9. **Estrutura RTG**

1. Histórico

A necessidade foi estabelecida no ENCONTRO sobre a Inserção de Tecnologia de Turbinas a Gás no Brasil, realizado no Rio de Janeiro, em 25 e 26 de Setembro de 2001.

Cabe ressaltar que o encontro foi promovido pelos:

- Ministério de Minas e Energia - MME
- Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio - MDIC
- Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT
- Federação das Indústrias do Rio de Janeiro - FIRJAN

2. Visão da Rede

Deter a tecnologia de concepção, projeto, fabricação, montagem, ensaios, desenvolvimento, aplicações, operação e manutenção de Turbinas a Gás.

3. Missão da Rede

Coordenar o estabelecimento e a distribuição dos esforços das instituições de ensino e de pesquisa, bem como da indústria nacional, com o objetivo de que estas, em REDE, detenham a tecnologia de Turbinas a Gás.

4. Participantes da RTG em Outubro/2001

INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

- PUC - Rio de Janeiro
- ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica
- UCP - Universidade Católica de Petrópolis
- UnB - Universidade de Brasília
- UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
- UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
- UNICAMP - Universidade de Campinas
- UNESP - Universidade Estadual Paulista
- IME - Instituto Militar de Engenharia
- UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

CENTROS DE PESQUISA

- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- CTA / IAE - Centro Técnico Aeroespacial / Instituto de Aeronáutica e Espaço

INDÚSTRIAS NACIONAIS

- A serem definidas pelas associações de classe.

5. Bases do Programa

As bases do programa de pesquisa e desenvolvimento foram traçadas pelo CTA / ITA, tendo como elemento motivador a produção de uma turbina a gás na forma de demonstrador de tecnologia, sendo o Projeto responsabilidade da RTG e a Fabricação responsabilidade da Indústria Nacional.

6. Objetivos Básicos

Conhecer as tecnologias e os recursos tecnológicos atuais, aplicados às turbinas a gás de uso industrial.

- Conceber, projetar, fabricar, aplicar e desenvolver turbinas a gás para geração de energia elétrica.
- Dominar as técnicas de fabricação, montagem e ensaios dos módulos, da turbina e do sistema como um todo.
- Dominar as técnicas de operação e manutenção de turbinas a gás e sistemas de geração de energia elétrica.

7. Fases do Programa

Foram definidas as seguintes fases para esse programa:

- * Fase I Projeto Aerodinâmico
- * Fase II Projeto Mecânico
- * Fase III Procura e Fabricação de Componentes e do Motor
- * Fase IV Ensaios

Ver Figura A

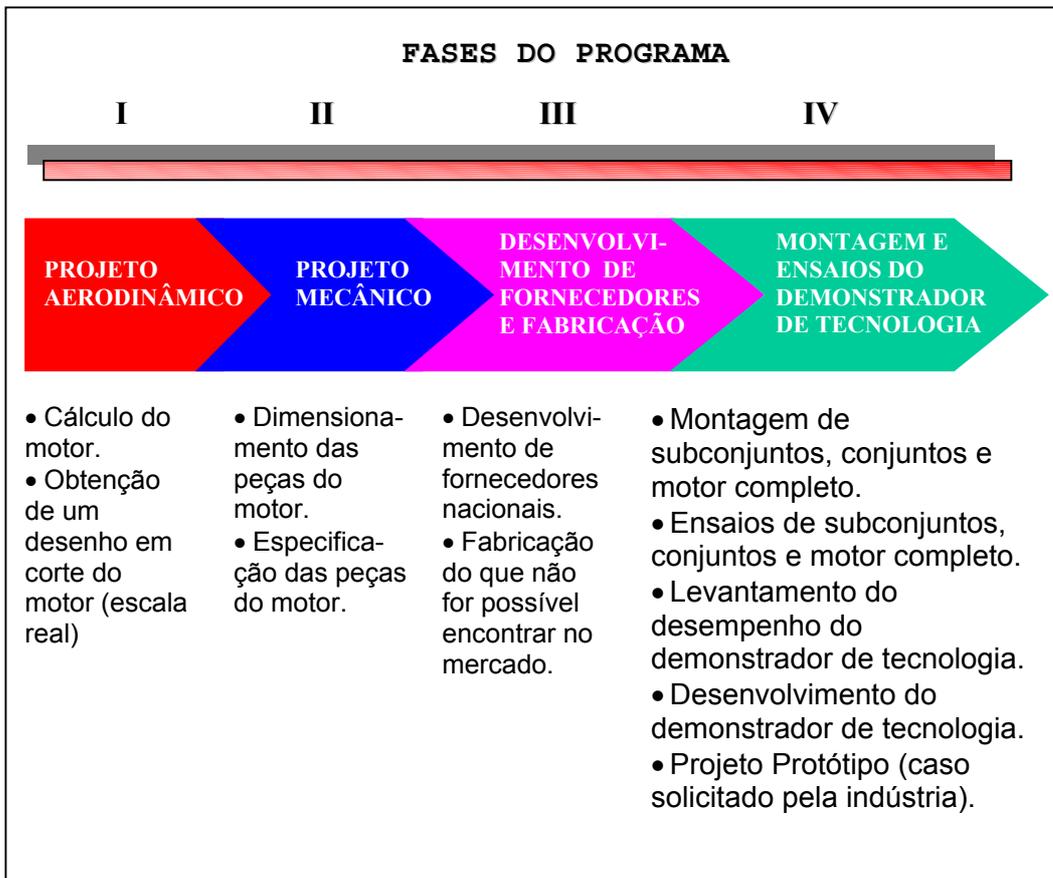


Figura A: Fases do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da RTG

PROJETOS DA FASE I APROVADOS PELA FINEP

Os projetos da FASE I, destinados a dar partida ao funcionamento da RTG, foram elaborados sob supervisão dos Coordenadores de cada área e versam sobre os seguintes tópicos:

- Concepção do motor, até obtenção de um desenho em corte.
- Bancos de ensaios dos componentes principais.
- Treinamento.
- Sistema de informação (normatização).

Projetos Aprovados

Projetos Aerodinâmicos - 1 (um)

Projetos de Infra-Estrutura de Ensaios de P & D - 4 (quatro)

Projetos de Treinamento de Pessoal - 3 (três)

Projetos de Normatização - 1 (um)

8. Integração RTG – Consórcio Brasil/Ucrânia

O consórcio Brasil/Ucrânia prevê transferência de tecnologia que, para ser efetiva, pressupõe a capacitação de recursos humanos, no Brasil, habilitados para projetar, fabricar e operar as diferentes tecnologias relacionadas às turbinas a gás. A RTG se apresenta como uma alternativa de retenção dessas tecnologias sem necessidade de grandes investimentos diretos pela indústria. O conhecimento adquirido e desenvolvido pela RTG pode ser compartilhado com a indústria, pois a rede foi concebida com esta finalidade.

9. Estrutura RTG

COORDENAÇÕES DE ÁREAS

OBJETIVOS

- Tomar decisões em conjunto, com ajuda do pessoal das diferentes áreas e especialidades.
- Agilizar processo de tomada de decisões.
- Servir de ponto de ligação entre as várias Instituições da sua área e as demais.
- Assegurar que as decisões sejam discutidas com todos os envolvidos na decisão.
- Gerar compromissos e comprometimento de todos os envolvidos.

CARACTERÍSTICAS

- Formadas por Instituições que detêm diferentes e de amplos conhecimentos em áreas específicas.
- Reuniões periódicas de follow-up para garantir atendimento dos objetivos.
- Esforços específicos atribuídos para Instituições ou grupo de Instituições.
- Cada Coordenador é responsável pelos resultados a serem alcançados.

ORGANIZAÇÃO IMPLANTADA

Ver Figura B

COORDENAÇÃO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Coordenador: João Roberto Barbosa - ITA

Objetivo: Conceber, projetar, desenvolver e aplicar turbinas a gás na geração de energia elétrica

Tarefas típicas:

- Concepção, simulação de desempenho do motor e de seus componentes (compressor, câmara de combustão, turbina etc.).
- Projeto mecânico dos componentes e do motor completo.
- Definição dos Sistemas Auxiliares.
- Definição dos Sistemas de Comando e de Controle.
- Avaliação da compatibilização do conjunto rotativo turbina-gerador.
- Especificação de materiais.
- Especificação de ensaios.
- Ensaios de componentes e do motor.

COORDENAÇÃO DE APLICAÇÃO

Coordenador: Cargo Vago

Objetivo: Verificar as aplicações atuais e futuras de turbinas a gás na geração de energia elétrica.

Tarefas típicas:

- Realização de estudos econômicos e financeiros pertinentes à aplicação da turbina.
- Identificação de clientes potenciais.
- Estudo e análise dos ciclos aplicáveis.
- Especificação das características e parâmetros de trabalho da turbina escolhida.

COORDENAÇÃO DE FABRICAÇÃO

Coordenador: Eduardo Albertin - IPT

Objetivo: Dominar as técnicas de fabricação da turbina e do sistema como um todo

Tarefas típicas:

- Desenvolvimento de métodos e processos de fabricação. (ex.: usinagem, conformação, processos especiais, etc.).
- Desenvolvimento de projeto e fabricação de ferramentas e dispositivos.
- Desenvolvimento de fornecedores.

COORDENAÇÃO DE TREINAMENTO

Coordenador: Marco Antonio Rosa do Nascimento - UNIFEI

Objetivo: Formar e treinar Pessoal em todos os níveis.

Tarefas típicas:

- Levantamento das necessidades atuais de formação de pessoal.
- Definição de critérios de seleção dos pontos da rede.
- Estudo das disciplinas e currícula dos cursos de especificação.

COORDENAÇÃO DE NORMATIZAÇÃO E CONTROLE

Coordenador: Alexandre Sheremetieff Junior – UCP.

Objetivo: Definir normas / procedimentos aplicáveis para turbina a gás na geração de energia elétrica.

Tarefas típicas:

- Definição de normas de fabricação e montagem aplicáveis.
- Definição de normas de ensaios e testes.
- Definição da documentação técnica aplicável.

INDÚSTRIA MONTADORA

Objetivo: Dominar as técnicas de montagem, testes e ensaios da turbina e do sistema como um todo.

Tarefas típicas:

- Desenvolvimento de técnicas, métodos e processos de montagem de turbinas a gás.
- Desenvolvimento de ensaios e testes da turbina e seus respectivos componentes.
- Desenvolvimento de ensaios e testes do sistema como um todo.

ORGANIZAÇÃO IMPLANTADA

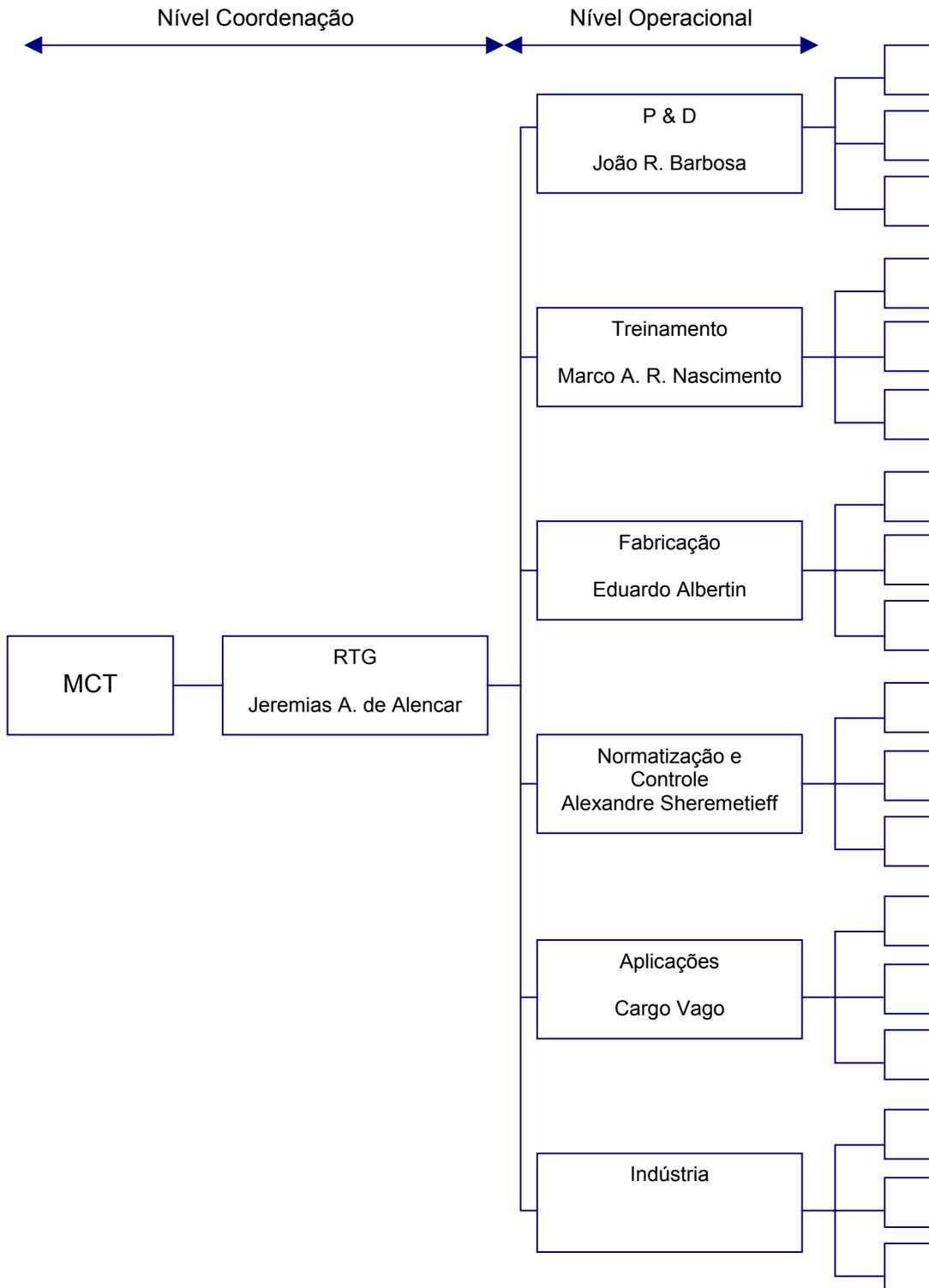


Figura B – Organização Implantada

Anexo III – Projeto para a FINEP

Documento preparado pela Coordenação de Normatização e Controle, em Março de 2002, e entregue à FINEP. Esta parte refere-se aos objetivos.

A.3. DADOS DO PROJETO

A.3.1. DESCRIÇÃO DO PROJETO:

Título do Projeto: Implantação da Área de Normatização e Controle da RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás– Fase I

Sigla: RTG/NC

Objetivo Geral (Objeto da Proposta):

Definir e implementar métodos e meios adequados para: elaboração das normas técnicas regulamentadoras da rede, (p.ex: glossário, emissão e controle de normas, acesso a rede, projeto, classificação de produtos, desenvolvimento, ensaios, fabricação, montagem, manutenção, etc.); aquisição de normas nacionais e internacionais; disponibilização via “rede de computadores” e por meios físicos das normas emitidas e adquiridas e dos desenhos da turbina para todos os integrantes da rede, respeitados os direitos reservados da CT-ENERG; implantação e manutenção dos sistemas de emissão, controle e distribuição das normas e desenhos; promoção da integração virtual dos membros da rede e da circulação de informações entre todas as coordenações.

Objetivos Específicos (Metas Físicas):

- Implantar o Núcleo de Elaboração das Normas Regulamentadoras da Rede
- Implantar o Arquivo Virtual dos desenhos da Rede.
- Implantar uma Biblioteca técnica de normas nacionais e internacionais.
- Implantar um sistema informatizado de consulta, via internet, às listas de normas e disponibilizá-las por meio digital ou físico aos integrantes da rede.
- Implantar um sistema informatizado de elaboração de documentos via internet.
- Implantar um sistema informatizado de emissão, controle e distribuição das normas regulamentadoras da rede.
- Implantar e manter um sistema informatizado de solicitação e distribuição de desenhos de projeto e fabricação de turbinas.
- Implantar o “site” da RTG – Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás.
- Implantar a Coordenação da área de Normatização e Controle.
- Implantar a intranet da RTG.

Palavras-chave:

- Normas
- Desenhos Técnicos
- Redes de Inovação
- Normatização
- Redes Organizacionais
- Turbinas a gás

Justificativa Resumida:

A área de Normatização e Controle da RTG – Rede de Pesquisa e

Desenvolvimento de Turbinas a Gás tem como atividades principais a elaboração e emissão de normas e desenhos referentes ao projeto fabricação e operação de turbinas a gás e o arquivamento, controle e distribuição desses documentos aos seus integrantes. A implantação da área de Normatização e Controle atende aos objetivos da RTG, a saber: conhecer as tecnologias e os recursos tecnológicos atuais, aplicados às turbinas a gás; projetar, desenvolver e aplicar turbinas a gás no Brasil; dominar as técnicas de fabricação, montagem e ensaios dos módulos e da turbina como um todo; e dominar as técnicas de operação e manutenção de turbinas a gás. E contribui, fundamentalmente para que as metas da RTG sejam alcançadas, em particular as seguintes: implantação de uma rede de comunicação e transmissão de dados que permita a troca de informações entre as instituições participantes da rede; consolidação da rede no âmbito nacional; domínio do conhecimento sobre projeto e desenvolvimento de turbinas a gás; domínio das técnicas e tecnologias aplicadas aos materiais, controles, e processos de fabricação; consolidação dos conhecimentos, recursos e capacitações adquiridos; interligação das capacidades de projeto, fabricação e teste de turbinas a gás, seus módulos, acessórios e componentes; e fabricação e teste de turbinas a gás com base em projetos nacionais.

Justificativa Detalhada:

As atividades da Área de Normatização e Controle na RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás de guarda e elaboração de normas técnicas, definidas da seguinte forma: arquivamento físico e virtual das normas técnicas emitidas ou adquiridas e a sua disponibilização, por meio físico ou eletrônico, sempre que necessário, de acordo com os recursos disponíveis, aos integrantes da RTG e a sua elaboração, desenvolvimento, juntamente com outros integrantes da RTG, de normas de sistema, de especificação de padrões, de procedimentos e manuais, inexistentes ou inacessíveis, aplicáveis à RTG, além da adaptação de normas técnicas existentes e/ou a tradução de normas estrangeiras, de vários tipos, tais como: documentos técnicos especificando procedimentos e padrões relativos a sistemas, certificações, desenvolvimento, materiais, projeto, fabricação, montagem, testes, ensaios, operação e manutenção, individualmente ou reunidos sob a forma de manuais, relativos à rede e à turbina a gás. E também as atividades de elaboração de desenhos técnicos e de integração virtual dos membros da rede por meio da Intranet da RTG atendem às necessidades da Coordenação Geral de acesso dos integrantes da rede às informações comuns, às áreas de Pesquisa e Desenvolvimento e da área de Fabricação quanto ao acesso às informações técnicas, principalmente normas e desenhos e às de todos os integrantes da rede de acesso aos conhecimentos consolidados e às técnicas aplicáveis ao projeto, fabricação, operação e manutenção de turbinas a gás.

As funções da Área de Normatização e Controle são biblioteca, controle de documentos, desenvolvimento de normas e elaboração de desenhos, das normas e manuais. De forma específica, as tarefas da função Biblioteca são: a) Arquivamento virtual e físico de normas técnicas da RTG; b) Disponibilização de meios de consulta, inclusive via internet, ao acervo de normas e listas de normas aos integrantes da RTG; c) Fornecimento de cópias das normas técnicas por meio físico e eletrônico aos integrantes da RTG. As tarefas da função Controle são: a) Controle de revisões de normas técnicas e desenhos; b) Controle da emissão de cópias de normas técnicas e desenhos técnicos; c) Controle das normas técnicas aplicáveis a cada peça da turbina. As tarefas da função Desenvolvimento de Normas são: a) Pesquisa da existência de normas técnicas nacionais ou estrangeiras de interesse dos integrantes da RTG; b) Elaboração de normas técnicas em cooperação com os integrantes da RTG; c) Aquisição de normas técnicas nacionais e estrangeiras; d) Pesquisa de periódicos e papers sobre assuntos de interesse da RTG; e) Adaptação de normas existentes; f) Tradução de normas técnicas; g) Elaboração de desenhos técnicos em cooperação com os integrantes da RTG. Essas tarefas desempenhadas adequadamente permitirão projetar, desenvolver e aplicar turbinas a gás no Brasil, dominando as técnicas de fabricação, montagem, ensaios, operação e manutenção de turbinas a gás.

Para que a Área de Normatização e Controle na RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás possa realizar suas atividades e desempenhar suas funções é fundamental a disponibilização para os integrantes da RTG de normas nacionais e internacionais, principalmente as normas ABNT (Associação Brasileira de

Normas Técnicas), ISO (International Organization for Standardization), ASTM (American Society for Testing Materials), SAE (Society of Automotive Engineers), DoD (Department of Defense), AGA (American Gas Association) entre outras, de modo a criar uma base de dados consistente, permitindo que os integrantes da rede possam alcançar os objetivos de forma eficiente e eficaz. Além disso, é necessário que a Área de Normatização e Controle disponha de pessoal, de equipamentos e de programas de informática (softwares) adequados para o tratamento, controle e repasse dessas informações diretamente, modificadas ou traduzidas aos integrantes da rede.

Metodologia:

A Área de Normatização e Controle da RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás contará com meios que permitam: a interação com todos os integrantes da rede de modo a coletar as informações determinantes das necessidades dos seus membros quanto às normas aplicáveis ao assunto turbinas a gás; a busca de normas existentes ou o desenvolvimento, com os próprios integrantes da rede, de novas normas; e a disponibilização dessas informações por meio eletrônico ou físico.

Resultados Esperados pelo Projeto :

- Capacitar a RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás com um Laboratório de Elaboração de Normas, formado por conjunto de normas nacionais e internacionais e meios para desenvolvimento de normas específicas, disponíveis através de meios eletrônicos e físicos aos integrantes da rede de modo que permitam projetar, desenvolver e aplicar turbinas a gás no Brasil, dominando as técnicas de fabricação, montagem, ensaios, operação e manutenção de turbinas a gás.
- Capacitar a RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás com um Arquivo de Desenhos, formado por conjunto de equipamentos e softwares que permitam o arquivamento virtual dos desenhos de projeto e fabricação de turbinas a gás.

Mecanismos de Transferência de Resultados:

O projeto de Implantação da Área de Normatização e Controle da RTG - Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás– Fase I é, pela sua própria essência e concepção, um mecanismo de acesso e transferência de informações aos integrantes da rede, onde as informações, respeitados os direitos reservados ao CT-ENERG, circularão livremente.