

Oficinas de turbomáquinas no Brasil e a contribuição da Rede Brasileira de Turbinas a Gás e do PROMINP

Turbomachinery workshops in Brazil and the contribution of the Brazilian Network of Gas Turbines and PROMIMP

José Antonio Maciel Pereira

joseantonio.macielp@uol.com.br
Universidade Estadual do Norte-Fluminense - UENF

João Damasceno de Jesus
joao.damasceno@gmail.com
Universidade de Fortaleza

Eduardo Atem de Carvalho
Universidade Estadual do Norte- Fluminense - UENF
eatem@uenf.com.br

Resumo

A Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás (RTG) surgiu como inspiração para a busca de uma alavancagem tecnológica frente às diversas incertezas no ano de 2001, com uso nas áreas de geração elétrica em termelétricas e na área *offshore*, buscando-se a construção de uma base nacional de serviços e reparos à frota de turbinas existente através do Programa Nacional de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP). O artigo busca o *status* atual desses dois vetores de desenvolvimento à tecnologia, sua aplicação ao campo e se existiria alguma conexão entre eles. A RTG pouco avançou e o PROMINP apontou empresas com potencial de suporte em oficinas, o que também não se concretizou. As empresas indicadas como baixo potencial pelo programa foram as que mais se desenvolveram e não indicam conexão com a RTG. A atividade de suporte às turbinas a gás permanece sob gestão dos fabricantes, tendo seus laboratórios e oficinas concentrados na região Sudeste.

Palavras-chave: RTG. PROMINP. Turbinas a Gás.

Abstract

Brazilian Turbines Network (RTG) come up with inspiration to looking for a technological leverage against several uncertainties in 2001. Meantime a baseline construction got same efforts on focus building a national expertise of turbines services and maintenance all over existing gas turbine fleet to support upcoming power generation projects flagged out by PROMINP. This paper aimed understand where these two programs are now and whether they were robust enough for developing applied technology to the operational field and some connection between these two important programs would be met. As result RTG and seemed to have a very short progress and PROMINP also goes to the same direction. No connection was found between RTG and PROMINP – turbines workshop.

Keywords: RTG. PROMINP. Gas Turbines.

1 Introdução

A busca da saída da dependência de empresas estrangeiras para a construção, manutenção e serviços em turbinas a gás é uma preocupação do governo brasileiro que tomou bastante força neste século. Na literatura acadêmica, verificam-se dois grandes esforços alavancados para a implementação de um esforço nacional sob esse foco. O primeiro, de pesquisa e desenvolvimento, englobando em redes temáticas de conhecimento, a fim de criar uma expertise nacional com a criação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Turbinas a Gás (RTG), no ano de 2001, quando o Brasil passou por uma crise de energia que demandou a chegada de um grande número de empresas para a geração de energia elétrica com turbinas a gás. O segundo foi a instalação do Programa Nacional de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP), a partir do ano de 2003, voltado para a capacitação de mão de obra e qualificação de fornecedores para a cadeia produtiva de petróleo e gás. No PROMINP, uma de suas ações, dentre outras sob esse foco, foi o desenvolvimento de um parque supridor local de bens e serviços para a cadeia que envolve a área de serviços, principalmente onde há baixa competitividade nacional, como o caso das turbinas a gás, o que gerou, pontualmente, um relatório denominado

“Diagnóstico de viabilidade técnica e econômica, visando a implantação de oficinas de manutenção de turbinas a gás”, conduzido pela Petrobras em 2004.

O objetivo deste artigo científico é apresentar um estudo descritivo e exploratório sobre a evolução dos movimentos ao longo dos anos de algumas empresas relacionadas, tendo como objeto o Relatório de Implantação de Oficinas de Turbinas apresentado quanto a essa possível implantação na área de serviços, e, ao mesmo tempo, buscando uma conexão desses movimentos da área da indústria e sua interação com a dinâmica da RTG. Desse modo, busca-se contribuir com evidências que levem a um melhor entendimento de como elas implementam medidas concretas de expansão de suas atividades na indústria de energia e se elas estariam alinhadas, de modo estratégico ou não, com o PROMINP e a RTG. A relevância deste trabalho é o desenvolvimento de um tema pouco explorado pela literatura acadêmica, sobre uma área da infraestrutura nacional com bastante destaque na economia do país, tanto no meio *on shore* quanto *offshore*, cuja demanda é estimulada pela evolução dos contratos de suprimento para plataformas da Petrobras.

2 Desenvolvimento

Sheremetieff Jr. (2003) mostra que a RTG foi criada no ano de 2001, em razão da crise de fornecimento de energia. A iniciativa surgiu do Encontro sobre a Inserção de Tecnologias de Turbinas a Gás no Brasil, promovido por órgãos federais e pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Devido a essa crise, diversas empresas estrangeiras aportaram no país em projetos de geração elétrica com uso de turbinas a gás. Nesse encontro, foi verificada a inexistência de expertise local nessa área, daí definiu-se a necessidade de se desenvolver um esforço nacional de pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de conhecer e deter a tecnologia de concepção, projeto, fabricação, montagem, ensaios, desenvolvimento, operação e manutenção de turbinas a gás. Para isso, foram reunidas universidades, centros de pesquisa e indústria, formando uma rede que viabilizasse a realização desse objetivo, sendo suportada por financiamentos do órgão governamental FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos.

O Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, foi instituído pelo Governo Federal através do Decreto nº 4.925, do dia 19 de dezembro de 2003, com o objetivo de maximizar a participação da indústria nacional de bens e serviços, em bases competitivas e sustentáveis, na implantação de projetos nas áreas de petróleo e gás natural, no Brasil e no exterior.

Dentro desse programa, o tema “turbina a gás” teve bastante destaque, devido à sua condição estratégica para a área *offshore*. Segundo Martin et al. (2006), as turbinas a gás são utilizadas para uma grande gama de aplicações nessa área, tais como geração elétrica, compressão de gás natural, bombeamento, sopradores, ventiladores e injeção de água, cujos serviços de manutenção preventiva ou corretiva eram realizados em oficinas especializadas dos fabricantes no estrangeiro, onde era imperioso o envio de divisas para o exterior. Em geral, gerando uma despesa adicional de 50% do preço de tabela do fabricante, principalmente devido a custos de logística e impostos com a exportação e posterior retorno da máquina. Não obstante a ausência do equipamento na planta de produção, que também penalizava o usuário com um longo tempo de perda de produção e/ou receita pela ausência do equipamento instalado na planta. Com isso, muitas vezes, para prevenir essas possíveis perdas, o usuário realizava a aquisição de outra máquina para a condição de reserva. O programa também buscava estimular a geração de empregos em área de alta tecnologia e uma possível exportação desses serviços para outros países da América Latina. Segundo o Relatório do PROMINP (2004), esse mercado movimentava cerca de 120 milhões de dólares anuais no ano de 2005, em uma frota de 365 turbinas instaladas no país.

O cenário que se apresentava no ano de 2004 era uma quase total dependência dos usuários de oficinas no exterior, devido à desativação de diversas oficinas especializadas no Brasil, como a GE Celma, na cidade de Petrópolis-RJ. Em busca de proporcionar opções para a execução de serviços de manutenção, reparos e revisão geral por empresas e mão de obra estabelecidas no país, o programa apresentou a pesquisa, coordenada pela Petrobras, denominada “Diagnóstico de viabilidade técnica e econômica, visando a implantação de oficinas de manutenção de turbinas a gás”. Nessa análise, dez empresas tiveram algum tipo de avaliação: SNECMA/Turbomeca, Universal Compression, Siemens Turbocare, Sulzer Hickham, KKR MTU, Wood Group, El Paso, General Electric, Sermatech e VEM (Varig Manutenção Engenharia)

Em resultado final, somente as seis primeiras foram consideradas como potenciais organizações para a participação, criação e desenvolvimento de uma expertise nacional no segmento de serviços de turbinas industriais e aeronáuticas, com potencial adequado ao desenvolvimento frente aos objetivos do programa. As quatro últimas foram descartadas, conforme Tabela 1:

Tabela 1: Empresas descartadas do relatório do PROMINP.

EMPRESA DESCARTADA	RAZÃO
El Paso	Não estar diretamente ligada com a atividade de manutenção (assistência técnica, revisões gerais e reparos de componentes de turbinas)
General Electric	Ter descontinuado sua área de turbinas industriais no Brasil, dedicando-se a atender o segmento de turbinas aeronáuticas de sua fabricação (um modelo somente)
Sermatech	Realizar reparos especializados
VEM (Varig Manutenção Engenharia)	Estabelecida no Brasil e especializada em turbinas aeronáuticas, foi guardada como opção, caso o número de adesões fosse baixo

Fonte: PROMINP, 2003.

2.1 Turbinas a Gás

Turbinas a gás são máquinas motrizes de combustão interna que utilizam o ar como fluido de trabalho, utilizadas para acionamento de outra máquina rotativa, a qual produz trabalho útil. Possuem vasta aplicação no meio industrial. Podem ser estacionárias quando acionam, por exemplo, geradores elétricos, compressores de gases e bombas ou móveis, quando utilizadas em navios, ferrovias e aviação, além de serem consideradas, por Martin et al. (2006), equipamentos críticos na área de petróleo e gás. Segundo Branco (2005), atribui-se a Holzworth, em 1911, a primeira aplicação de uma turbina a gás economicamente viável, bem como o seu uso no meio aeronáutico, nos anos 1930, aos ingleses e alemães, e o seu desenvolvimento, aos Estados Unidos, durante a Segunda Guerra Mundial. Essa destinação permaneceu até o final da década de 1970, quando passaram a ser utilizadas também para a geração de energia elétrica na indústria de energia, tanto em centrais termelétricas quanto em plataformas petrolíferas *offshore*. Em geral, turbinas *heavy duty* são utilizadas nas primeiras, por sua robustez, flexibilidade no uso de combustível, alta confiabilidade, baixo custo e alta potência em carga, tendo as turbinas aeroderivativas vasta aplicação em plataformas petrolíferas, por possuir alta confiabilidade, ocupar pouco espaço, menor relação peso/potência e flexibilidade na manutenção, segundo Nascimento et al. (2004). Uma turbina a gás é composta de um conjunto modular de partes e peças, assim, como vantagem funcional, pode ser dividida em módulos para casos de manutenção em vários tipos de intervenções. Dentro dos serviços de manutenção preventiva, destacam-se duas intervenções: manutenção de meia vida, que ocorre entre 25.000 a 30.000 horas de operação, e o *overhaul*, que acontece com cerca de 50.000 horas, quando diversos componentes e peças da máquina precisam ser substituídos – com maior destaque para a área denominada seção quente, na qual ocorre a queima do combustível. Essas manutenções podem ter seus prazos reduzidos em caso do uso de combustível fora da especificação do fabricante. No Brasil, sua aplicação foi bastante difundida após a crise de energia elétrica ocorrida em 2001. O banco de informações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) mostra que, em novembro de 2008, existiam 85 usinas termelétricas movidas a gás natural, com um total de capacidade instalada de 11 mil MW. A utilização de turbinas a gás na geração distribuída também pode ser um vetor de incremento para uso dessa tecnologia no país. Lora e Nascimento (2007) estabelecem que essa capacidade instalada para o atendimento à demanda solicitada depende, dentre outras variáveis, do desempenho de turbinas a gás instaladas.

3 Metodologia

Buscando-se estabelecer as condições de contorno do estudo de caso, foi utilizada uma amostra de considerável representatividade, por se tratar de empresas já elencadas em outros estudos acadêmicos, conforme dados contidos no PROMINP (2004). Para o levantamento de informações e dados para este estudo de caso, foram utilizadas evidências empíricas, predominantemente qualitativas, obtidas a partir de trabalho de campo, através de pesquisa documental em meios físico (artigos, jornais, trabalhos acadêmicos) e eletrônico (internet). Yin (2005) mostra que uma pesquisa qualitativa visa descrever uma situação em profundidade, buscando ilustrar e dar realismo a ela pela maior quantidade de informações coletadas.

4 Resultados

No tocante às empresas que foram excluídas do PROMINP (2003), as evidências empíricas coletadas mostram que a empresa de capital americano El Paso Energy desenvolveu a própria oficina de manutenção de turbinas na cidade de

Macaé-RJ, onde instalou uma planta, no ano de 2003, trazendo um grande diferencial competitivo com a contratação de funcionários oriundos da empresa General Electric (GE). Também investiu em um Centro de Estudos de Turbinas a Gás (CETG), instalado no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), para turbinas aeroderivadas e desenvolveu diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento na área. Conseguiu avançar bastante em serviços de inspeções, manutenção básica e substituição de componentes, prestando serviços a outras empresas do grupo em âmbito nacional. No ano de 2006, a empresa desfez-se de ativos de geração de energia elétrica no país. A unidade de Macaé foi adquirida pela Petrobras, que passou a utilizar os serviços da oficina, sendo denominada, então, de Oficina de Turbomáquinas de Macaé (OTM), para atendimento de serviços de manutenção em suas próprias térmicas e unidades *offshore* em todo o Brasil. Por outro lado, não se verificou transferência de tecnologia ou conhecimentos do CETG para a El Paso – somente alguns trabalhos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), dentro do programa obrigatório da ANEEL, tiveram continuidade. Não foram encontradas evidências de relacionamento entre RGT, CETG e o PROMINP. Conforme as evidências coletadas, podemos destacar a integração da Petrobras, através da OTM, com a General Electric (GE), para o desenvolvimento da conversão de turbinas, visando a utilização pioneira de etanol e abrindo a possibilidade de uma possível conversão nas turbinas existentes desse mesmo modelo espalhadas pelo mundo.

Por outro lado, a empresa norte-americana General Electric (GE), que foi inicialmente descartada pelo PROMINP, verificou um número crescente de encomendas e contratos e reativou a sua oficina de turbinas em Petrópolis-RJ (GE Celma), com a aplicação de um investimento de US\$ 35 milhões, para ampliação de 50% da capacidade de atendimento, com potencial para fabricação de turbinas. Além disso, está em vias de instalação de seu 5º centro mundial de pesquisas (o primeiro na América Latina), no Parque Tecnológico da Ilha do Fundão, um polo promissor de integração sistemática de empresas públicas e privadas para desenvolvimento de novas tecnologias. Os últimos quatro grandes contratos de fornecimento da empresa no Brasil envolveram módulos de compressão para as unidades P-51, P-52 e P-34 e módulos de geração para a P-54. A carteira em 2012 inclui módulos para P-56, P-57, Tambaú-Uruguá, Golfinho 2, Espadarte Sul, UPGN de Mexilhão, P-58, P-62 e diversas refinarias, entre outros.

A Sermatech Technical Services, do mesmo modo, já se movimentou nesse mercado promissor, ao formar uma aliança com a empresa argentina Capime Ingeniería AS, a fim de prestar serviços completos de manutenção e conserto de turbinas industriais a gás em operação no Mercosul, fornecendo os serviços como parte de um pacote fechado e único. Ainda sobre as empresas selecionadas no PROMINP, a Turbomeca permanece oferecendo serviços de manutenção em turbinas, mas não se verifica que esteja envolvida em projetos de geração de conhecimento tecnológico nacional do porte do Centro Tecnológico do Fundão, o mesmo ocorrendo com as empresas Siemens, Sulzer, Wood Group e MTU.

Algumas empresas não envolvidas no relatório final desenvolvem esforços coordenados com órgãos públicos na busca de tecnologia nacional para a área de turbinas a gás, buscando viabilizar a execução dos programas tecnológicos na área de geração de energia ambientalmente sustentáveis, com fontes renováveis.

Destaca-se a parceria entre o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e a Vale Soluções de Energia (VSE), braço energético da mineradora Vale, constituída em parceria com o Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) no ano de 2007, com a criação do Centro de Tecnologia da VSE, junto ao da ITA, instalados no Parque Tecnológico de São José dos Campos. Desenvolvida a tecnologia de ponta na produção de turbinas a gás desenvolvida no Brasil, a TVSE1000, com investimento de R\$ 1,7 milhão. A turbina a gás tem capacidade para gerar 1.000 kW, energia suficiente para atender a uma cidade de 3 a 4 mil pessoas, e pode emitir, dependendo da faixa de potência, de 15% a 40% menos poluentes que uma turbina movida a diesel, usada em termelétricas. Dessa união de esforços coordenados já se apresentam resultados de difusão e inovação de conhecimentos com a realização rudimentar de pesquisas em nível de pós-graduação, com objetivo de contribuir para a formação e o aperfeiçoamento de profissionais que atuem no campo de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, com sinergia entre a Rede Gás Energia (RGE) e Rede Nacional de Gaseificação e Combustão (RNC).

A inglesa Rolls-Royce, uma das maiores fabricantes de turbinas a gás no mundo, é outro exemplo de empresa que não foi mencionada no PROMINP. Ela desenvolveu uma base de operações na cidade de Macaé, denominada Centro de Serviços, construída no ano de 2006, com um investimento inicial de US\$ 3 milhões, para atendimento de suas turbinas instaladas no país, entre termelétricas e plataformas *offshore*. Fornece serviços essenciais, como manutenção periódica. Viana (2009) mostra que apenas a seção quente, a qual inclui palhetas, câmara de combustão e difusores, é enviada para o centro de Aberdeen, na Escócia, nas paradas programadas, a cada 25 mil a 30 mil horas de operação. Fornece serviços de manutenção das turbinas instaladas no país, que eram feitos no exterior, a cada 25 mil horas de operação, denominados de

manutenção de meia vida. Dos seis módulos que compõem a turbina, cinco serão revisados no país. Possui a intenção de realizar a revisão geral (*overhaul*) no Brasil, o que normalmente ocorre no exterior, mas não foram verificadas indícios de data. A carteira da empresa vem crescendo significativamente, saltando de 11 para 26 máquinas no ano de 2009, e, pelo que se pode verificar em termos de evidência, já atinge o número de 50. Em 2007, a empresa forneceu sete turbinas para a P-52 e a PRA-1. No ano seguinte, foram mais oito unidades, para P-53 e P-51. Em 2009 e 2010, outras sete máquinas foram entregues para a P-56 e para a plataforma de Mexilhão. No momento, desenvolve um grande empreendimento no bairro de Santa Cruz-RJ, com foco em fabricação de componentes. Contudo, discute-se ainda a viabilidade econômica para ter um banco de provas para fazer um teste completo de uma turbina, mas esse investimento seria alto demais para a frota de turbinas existente no Brasil. Bueno (2008) estabelece que seriam necessárias mais de cem unidades para justificar tal decisão, mas descobertas de Tupi e de outros campos no pré-sal podem mudar essa posição da empresa.

5 Análise

A RTG ainda aparece restrita aos meios acadêmicos, com pouca visibilidade fora dos seus muros, ocorrendo pouca associação entre órgãos de inovação, empresas e órgãos públicos em termos efetivos. Segundo Jannuzi et al. (2009), os resultados mostram que a RTG não vem demonstrando resultados práticos, apesar de avanços pontuais, como no caso do Instituto Tecnológico da Aeronáutica e da Universidade de Itajubá. O FINEP como único financiador pode ser um dos fatores desse insucesso, assim como a ausência de conexão com os objetivos do PROMINP. Tais resultados corroboram com a afirmação de Melo & Agostinho (2004), segundo a qual a RTG é totalmente dependente desses financiamentos oficiais.

Nota-se o esforço direcionado das empresas estrangeiras fabricantes de turbinas a gás em uma mudança de estratégia ao decidir investir pesadas somas na expansão de suas oficinas de manutenção, como a General Electric e a Rolls Royce, buscando atendimento de novos contratos pela visível expansão do número de turbinas a gás, com a consequente instalação de centros de pesquisas, como no caso de General Electric (2011), que possui o Brasil com segundo mercado mundial. A Petrobras, que vem tomando um papel bastante importante nesse desenvolvimento de tecnologia nacional, poderia ter um maior foco em negociações para futuras aquisições de turbinas ou mesmo renovação de contratos existentes, de modo a existirem possibilidades de intercâmbio de conhecimento, ou mesmo a transferência de tecnologia para universidades participantes da RTG e empresas do PROMINP, buscando alterar o quadro atual de simples contratos de fornecimento, operação e manutenção para o desenvolvimento conjunto da tecnologia de concepção, projeto, montagem, ensaios, aplicações e reparos entre as empresas e universidades. Outro item que se constata é a regionalização do setor de turbinas a gás na área do Sudeste, em vez da dispersão geográfica do conhecimento proposta pelo RTG e o PROMINP. Ao mesmo tempo, representa um *trade-off* para um país que possui a sua matriz energética com forte viés hidráulico e, segundo Bicalho e Almeida (2002), vem buscando adequação a uma nova realidade.

Vale também destacar que, em geral, a estratégia da empresa fabricante da turbina a gás é vender os equipamentos, buscando contratos de pós-venda, como operação, serviços de manutenção e fornecimento de peças, que, de um modo geral, podem ser divididos em: 1) Operação e Manutenção (*O&M Agreement*), em que unidades são operadas e treinadas por uma equipe pertencente aos fabricantes, que realiza as manutenções básicas e, caso sejam necessários reparos/manutenções ou grandes revisões (*overhaul*) de maior monta, é feito um pedido aleatório de serviço e de compra de peças; 2) Partes e Serviços de Manutenção (*Parts and Services Agreement – PSA*), em que a operação e manutenção básica são a cargo do cliente, mas os serviços e peças para manutenções estão listados, com uma valoração menor do que o preço normal cobrado pelo fabricante em pedidos *spot*; 3) Contrato de Manutenção de Longo Prazo (*Long Term Services Agreement – LTSA*), em que as grandes revisões e inspeções estão relacionadas no contrato, geralmente de prazo longo.

6 Conclusão

Verifica-se que a RTG não vem conseguindo crescer em consonância com a velocidade da necessidade que um domínio nacional da tecnologia de turbinas a gás requer. Aliado ao grande número de centros de tecnologia dos fabricantes na região Sudeste e ao aumento do número de pedidos dos usuários, devido ao incremento das plataformas de petróleo, aparece uma grande oportunidade para que a RTG consiga ser revisitada, analisada, revista e desenvolvida em processo para buscar uma participação mais efetiva nesse novo cenário, com a configuração de uma nova rede de integração

sistemática de empresas, universidades e governo. Enquanto isso, há a tendência de que o gargalo tecnológico frente ao desenvolvimento de uma expertise nessa área seja mantido. Somente esses ditos esforços para o desenvolvimento de capacitação de conhecimento e tecnologia serão válidos para uma possível onda nacional futura de turbinas a gás, mesmo com o advento da figura de conteúdo local, já que a frota instalada dependerá do suporte de oficinas de manutenção de propriedade dos fabricantes. Ocorre que, com a instalação de oficinas de turbinas pelos fabricantes, como a General Electric e a Rolls Royce, que detêm a fabricação de uma grande parte das turbinas em operação, o objetivo de reduzir o tempo de parada de produção (e as consequências advindas) deverá ser atendido. Contudo, os serviços de manutenção tenderão a ter os seus preços igualados, ou mesmo poderão ser maiores do que originalmente, caso as peças sobressalentes precisem ser importadas, porém, haverá a tendência de redução dos custos logísticos. Essa ação vem ocorrendo através da venda de serviços (contratos em geral), com uma breve exceção para a Petrobras, no caso de turbinas aeroderivadas e fornecimento de peças sobressalentes em geral. A região Sudeste desponta como um polo de geração de conhecimento para essa tecnologia de turbinas a gás, incluindo a área de serviços, deixando a reboque as demais regiões nacionais sem conexão aparente da RTG. Existem movimentos com o objetivo de buscar parceria entre empresas e instituições, para a geração de novas tecnologias, mas não em um futuro breve.

Referências

- BICALHO, G. R.; ALMEIDA, E.L.F. Turbinas a gás: oportunidades de desafios. *Revista Brasileira de Energia*. Itajubá, v. 8, n.1, p. 1-12. 2001.
- BRANCO, F. P. *Análise termoeconômica de uma usina termelétrica a gás natural operando em ciclo aberto e em ciclo combinado*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho, 179f. 2005.
- BUENO, G. *Rolls-Royce monitora turbinas da PRA-1 e da P-51*. Disponível em <http://64.233.163.132/search?q=cache:pW99vUfGlsJ:www.energiahoje.com/brasilenergia/fatos-e-contratos/2008/08/05/28193/fatos-e-contratos.html+rolls+royce+maca%C3%A9&cd=46&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 16 abr. 2010.
- JANUZZI, G.M; SANT'ANNA, P.H.M; GOMES, R.D.M. *Considerações sobre o estágio do conhecimento nacional de tecnologias de energia e oportunidades de transferência de tecnologia: Contribuições para a COP-15*. Relatório. International Energy Initiative, Campinas: IEI, 2009.
- LORA, E. E. S.; NASCIMENTO, M. A. R. *Geração termelétrica*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- MARTIN, W; LEE, R; FROST, S. *Offshore gas turbines (and major driven equipment) integrity and inspection guidance notes*. Research Report 430. Oxfordshire: ESR Technology Ltd for the Health and Safety Executive, v.1, 2006.
- MELO, M. A. C.; AGOSTINHO, M. C. E. Gestão adaptativa: uma proposta para o gerenciamento de redes de inovação. *Rev. Administração Contemporânea*, Rio de Janeiro, v.11, n.2, p. 93-111. 2007.
- NASCIMENTO, M. A. R. ; GOMES, E. E. B. ; VENTURINI, O. J. Turbinas a gás. In: Electo Eduardo Silva Lora; Marco Antônio Rosa do Nascimento. (Org.). *Geração Termelétrica: planejamento, projeto e operação*. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. v. 1, p. 321-433
- PROMINP. Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural. *Diagnóstico de viabilidade técnica e econômica, visando a implantação de oficinas de manutenção de turbinas a gás*. Brasília: MME, 2004. 96p. Relatório final
- SHEREMETIEFF JUNIOR, M. A. C. *Redes organizacionais virtuais: caracterização, formação e gerenciamento*. Rio de Janeiro, 149p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2003.
- VIANA, C. Brasil e Reino Unido: uma parceria efetiva. *Revista TN Petróleo*, v. 1, n. 66, p. 24-37. 2009.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

José Antonio Maciel Pereira

Doutor em Engenharia e Ciências de Materiais na Universidade Estadual do Norte-Fluminense Darcy Vargas (UENF) na área de Materiais e Meio Ambiente. Mestrado em Administração pela Fundação Getúlio Vargas (EBAPE-RJ), com área de interesse em Gestão de Empresas de Energia. Curso de Extensão de Gestão de Negócios pela University of Califórnia - Irvine (USA) em 2005. Pós-Graduado *Lato Sensu* em Gestão Empresarial pela FGV-RJ em 2005. Especialização para Oficial Superior Maquinista da Marinha Mercante (1996). Curso de Docência Superior pela Fundação Getúlio Vargas em 2006. Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Fundação Técnico-Educacional Souza Marques (2003) e graduação em Ciências Náuticas (Especialização: Máquinas Marítimas) pela Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (1984). Atualmente, é professor substituto da Faculdade Municipal de Macaé (FeMASS) e gerente geral de Operações da América do Sul na Maersk Supply Services.

João Damasceno de Jesus

Graduado em Engenharia Mecânica de Produção pela Universidade de Taubaté (2005) e graduação em Engenheiro Operacional pela Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (1981). Atualmente, é mestrando (pesquisador) em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá (2009), no Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em manutenção e geração de energia, em usinas termelétricas, a gás e a diesel.

Eduardo Atem de Carvalho

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal Fluminense (1988), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1992) e Doutorado em Engenharia Mecânica - Texas A M University (1997). Atualmente, é professor associado I da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Análise de Tensões, atuando principalmente nos seguintes temas: análise experimental e numérica de tensões, mecânica da fratura, propriedades termomecânicas de materiais, análise estatística de dados e metrologia. Desenvolveu, como coordenador, o Projeto Argus, em conjunto com a Petrobras UN-BC, participando do desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto de grandezas físicas (ênfase em Vibrações Mecânicas) que trabalha em apoio à decisão na manutenção. Coordena o projeto de implantação da Oficina de Preparação de Amostras e Dispositivos de Teste (Projeto FINEP) e, como bolsista de produtividade do CNPq, coordena projeto que estuda aplicação industrial de aços submetidos à tratamento criogênico. Participa do Projeto 14Bisat, em conjunto com o IFF-Campos, financiado pela AEB. Desenvolve consultoria com empresas da região.