

Área de Atuação: Eficiência Energética Industrial - Procel Indústria

Título do Projeto:

Redução de consumo de energia elétrica para sistemas de condicionamento de ar e refrigeração da UFF e demais Instituições de Ensino Superior

Contextualização do Projeto:

Este projeto pretende investigar metodologias para redução de consumo de energia elétrica em sistemas de condicionamento de ar e de refrigeração em geral. Atualmente, a demanda de energia elétrica para condicionamento de ar corresponde a mais de 7,5% da energia elétrica gerada no Brasil [1]. De acordo com o relatório [1], estima-se que em 2050 o consumo de energia elétrica para condicionamento de ar no mundo corresponderá às capacidades atuais de geração de EUA, UE e Japão combinados. Portanto, o incremento da eficiência de tais sistemas é crucial para limitar o aumento da demanda de energia elétrica.

A carga térmica de condicionamento de ar conta com parcelas sensível – correspondente à redução da temperatura do ar, e latente – relativa à remoção de umidade. Em climas úmidos ou em ambientes com elevada geração de vapor, a parcela latente pode corresponder a mais de 50% da carga térmica total, resultando num alto consumo de energia elétrica quando tecnologias convencionais são empregadas, pois estas necessitam resfriar o ar abaixo do ponto de orvalho (abaixo do requerido para o resfriamento sensível) para condensar a umidade. Com o intuito de reduzir esta parcela, pretende-se utilizar desumidificação dessecante em conjunto com sistemas convencionais. Desta forma, a umidade é removida utilizando rodas dessecantes, reduzindo drasticamente a carga latente e assim o consumo de energia. A utilização de dessecantes sólidos pode reduzir a umidade a níveis baixíssimos, minimizando a condensação no sistema, afastando assim o risco de problemas como a síndrome do edifício doente. Ainda, em aplicações onde se necessita de renovação de ar [2], rodas entálpicas podem ser utilizadas para recuperação de energia, contribuindo para uma ainda maior economia. Apesar dos benefícios mencionados, rodas dessecantes e entálpicas ainda tem uso limitado no Brasil, e diversas características de funcionamento do sistema ainda não foram exploradas [3,4]. Considerando aspectos relacionados com o sistema de controle de sistemas de refrigeração em geral, o conceito liga-desliga é o mais comumente utilizado. Entretanto, conforme indicado por [5], a utilização de conceitos de controle mais sofisticados pode implicar em redução de consumo de energia superiores a 30%.

- [1] IEA. (2018). The future of cooling. Opportunities for energy-efficient air conditioning. International Energy Agency.
- [2] ANVISA. (2003). ANEXO – Orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor sobre padrões referenciais de qualidade de ar interno em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Resolução 09 de 16 de janeiro de 2003.
- [3] Nóbrega, C. E. L., & Sphaier, L. A. (2013). Desiccant-assisted humidity control for air refrigeration cycles. *International Journal of Refrigeration*, 36(4), 1183-1190.
- [4] Nóbrega, C. E. L., & Sphaier, L. A. (2012). Modeling and simulation of a Desiccant–Brayton Cascade refrigeration cycle. *Energy and Buildings*, 55, 575-584.
- [5] Buzelin, L. O. S., Amico, S. C., Vargas, J. V. C., & Parise, J. A. R. (2005). Experimental development of an intelligent refrigeration system. *International Journal of Refrigeration*, 28(2), 165-175.

Resultados e Benefícios Esperados:

Com base no contexto apresentado, pretende-se investigar numericamente e experimentalmente processos de desumidificação de ar em rodas dessecantes e entálpicas, bem como o processo de regeneração utilizado nestes sistemas – o qual pode ser feito utilizando energia solar ou rejeito térmico de outros processos. Portanto, os objetivos gerais têm **abrangência nacional** e **potencial de replicabilidade**. Ainda,

planeja-se realizar investigação numérica e experimental de técnicas de controle em sistemas de refrigeração, possibilitando o desenvolvimento de equipamentos com maior eficiência energética e redução significativa de consumo de energia elétrica, **alinhando com as políticas públicas de eficiência energética em andamento**, tendo assim **aderência ao propósito do Procel**. Também espera-se desenvolver ferramentas de dimensionamento de sistemas mais compactos e eficientes. Espera-se economia de energia da ordem de 50% para condicionamento de ar mediante combinação das técnicas e conceitos aqui abordados. O projeto envolverá a participação de alunos de pós-graduação e graduação, estimulando assim a formação de recursos humanos com experiência em temas relacionados à eficiência energética de sistemas como **contrapartida**. O presente grupo de pesquisa vem **solicitando recursos de outras fontes** (FAPERJ e CNPq) para desenvolvimento de projetos ligados à novas tecnologias para redução de consumo de energia e redução de impactos ambientais em geral. Os resultados serão demonstrados através de resultados experimentais obtidos em aparatos laboratoriais e sistemas em uso.

TÍTULO DO PROJETO	
Redução de consumo de energia elétrica para sistemas de condicionamento de ar e refrigeração da UFF e demais Instituições de Ensino Superior	
ENTIDADE EXECUTORA	
Universidade Federal Fluminense	
SITUAÇÃO DO PROJETO	
Não se aplica – Primeira solicitação	
CARACTERÍSTICAS DO PROJETO	
OBJETO <i>(Descrever de maneira sucinta a proposta de projeto)</i>	Desenvolver ferramentas e recomendações de projeto para aumento da eficiência de sistemas de condicionamento de ar e refrigeração utilizando rodas dessecantes e entálpicas, e técnicas inovadoras de controle, a partir de estudo teórico, numérico e experimental.
ORÇAMENTO DO PROJETO	R\$ 750.000,00
ORÇAMENTO CUSTEIO ELETROBRAS	Será preenchido pela Secretaria Executiva do Procel
INSTRUMENTO JURÍDICO <i>(citar o instrumento jurídico preferencial para a execução do projeto – convênio, contrato, termo de cooperação, etc.)</i>	Convênio
PRAZO DE EXECUÇÃO <i>(não deve ser superior a 24 meses)</i>	24 meses
INSTITUIÇÕES RELACIONADAS <i>(Listar as instituições que estarão envolvidas na implementação do projeto(pesquisadores, universidades, centros de pesquisa, secretarias municipais e/ou estaduais, governos municipais e/ou estaduais, empresas, associações de classe, etc.)</i>	<i>Leandro Alcoforado Sphaier (UFF, Niterói-RJ) Fabio Toshio Kanizawa (UFF, Niterói-RJ) Carlos E. L. Nóbrega (CEFET/RJ, Petrópolis-RJ) Gherhardt Ribatski (USP, São Carlos-SP) Emanuel Negrão Macêdo (UFPA, Belém-PA) João N. Nonato Quaresma (UFPA, Belém-PA) Wilson Negrão Macêdo (UFPA, Belém-PA)</i>
ATIVIDADES PLANEJADAS	1º) Dimensionamento e construção de

<p><i>(Listar as atividades planejadas para implementação do projeto proposto)</i></p>	<p>aparato experimental para avaliação de rodas dessecantes e entálpicas</p> <p>2º) Realização de campanha experimental visando identificar parâmetros dominantes da transferência de calor e massa para redução de consumo de energia elétrica</p> <p>3º) Desenvolvimento e validação de modelos para transferência de calor e massa durante processos de desumidificação e regeneração</p> <p>4º) Projeto e construção de circuito de refrigeração para implantação de sistemas de controle em malha fechada. Pretende-se avaliar conceitos clássicos de controle como PID, redes neurais, entre outros.</p> <p>5º) Estudo sobre impacto da renovação de ar sobre a carga térmica e consumo de energia.</p> <p>6º) Implementação de sistema de condicionamento de ar em ambiente da UFF para atendimento a comunidade</p> <p>7º) Workshop para disseminação dos conhecimentos adquiridos para demais IES</p>
<p>INDICADORES</p> <p><i>(Listar os indicadores que permitirão verificar se os resultados do projeto forma alcançados. Exemplos: % de projetos selecionados/projetos apresentados; % de obras finalizadas/obras contratadas; número de treinamentos realizados; consumo energético evitado (MWh ou MWh/ano)</i></p>	<p>1º) Aparato experimental para testes em rodas dessecantes e entálpicas construído</p> <p>2º) Modelos desenvolvidos e validados com resultados experimentais</p> <p>3º) Circuito de testes de controle em malha fechada construído</p> <p>4º) Estudo sobre o impacto da renovação no consumo realizado</p> <p>5º) Sistema de condicionamento de ar instalado e instrumentado</p> <p>6º) Pessoal capacitado para implantar soluções similares em outras localidades</p>
<p>METAS FÍSICAS DO INSTRUMENTO JURÍDICO</p> <p><i>(Listar entregas físicas que permitirão acompanhar o avanço do andamento do projeto. Exemplos: Projeto Básico elaborado; Projeto Executivo elaborado; Projeto Piloto implementado; 01 treinamento realizado; 01 evento de encerramento e apresentação de resultados realizado, etc.)</i></p>	<p>1º) Projetos de aparatos experimentais com possibilidade de replicação em outras Universidades e Institutos</p> <p>2º) Relatórios com indicações de práticas e técnicas a serem utilizadas para incremento de eficiência de sistemas de refrigeração</p> <p>3º) Circuito de refrigeração piloto com sistema de controle ajustável, e instrumentado para avaliação de desempenho</p> <p>4º) Modelos de previsão de transferência de calor e massa em rodas dessecantes e entálpicas como ferramenta de projeto</p> <p>5º) Estimativa de potencial de redução de consumo de energia em âmbito nacional a partir das técnicas abordadas</p>

