



Inovação e Negócios em Energias Renováveis

Mario González
Luiz Affonso
Ângela Paiva
Fernanda Raffin
Paula Ferreira
(organizadores)



Inovação e Negócios em Energias Renováveis

Mario González
Luiz Affonso
Ângela Paiva
Fernanda Raffin
Paula Ferreira
(organizadores)



O Parque Científico e Tecnológico Augusto Severo – PAX | RN está em processo de implantação no Estado desde 2019. O projeto, vanguardista na região, envolve as partes interessadas num ecossistema de inovação – empresas, pesquisadores e Governo – para criar um ambiente propício para a transferência e utilização do conhecimento, com ênfase multidisciplinar em Energias, Saúde, Indústria 4.0 e Aeroespacial.

No PAX | RN o setor governamental é representado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico/SEDEC, Fundação de Apoio à Pesquisa do RN/FAPERN e pelas prefeituras das cidades de Macaíba, Natal, Parnamirim e São Gonçalo do Amarante. Pelo setor acadêmico estão presentes a UFRN, a UERN, o IFRN e o Instituto Santos Dumont. E pelo setor produtivo participam a Federação da Indústria do RN/FIERN, a FECOMÉRCIO e o SEBRAE. O edifício central do PAX, já construído e com área de 15 mil metros quadrados, foi planejado para acomodar incubadoras e aceleradoras, agência de inovação, espaços de coworking e de eventos. Diretrizes de sustentabilidade fundamentam o masterplan com um green park, com boulevard, living labs, ciclovia, estímulo ao uso de carros elétricos, energia renovável etc. As empresas poderão utilizar espaços entre 69 salas já construídas ou de 76 lotes para construção e contarão com benefícios e incentivos fiscais previstos em lei do município de Macaíba e do Estado do RN.

Em 2021, o PAX dá continuidade ao calendário de workshops e fóruns de inovação e negócios, visando prospectar projetos de PID e aproximar a academia das demandas das empresas, de forma remota até o mês de dezembro. As vocações econômicas do RN e o potencial tecnológico disponibilizado pelas ICTs determinam as temáticas desses eventos, entre os quais citamos o I Fórum de Inovação e Negócios em Cerâmica e em Mineração, o I Workshop sobre Cidades Sustentáveis e o Fórum de Inovação e Negócios em Oléo & Gás. Este e-book contém os projetos apresentados e discutidos com as empresas do setor de Energias Renováveis, em evento realizado no dia 08/09.



SUMÁRIO

07 ENERGIA EÓLICA *ONSHORE E OFFSHORE*

19 ENERGIA SOLAR

24 BIOENERGIA

37 PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS

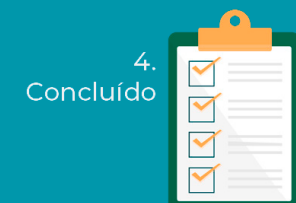
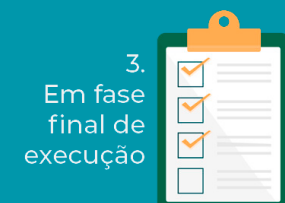
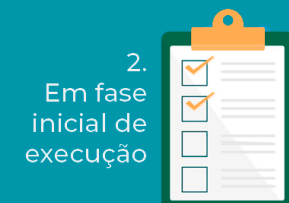
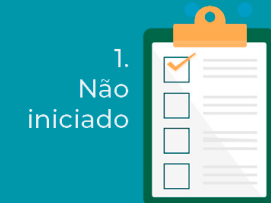
41 MISCELÂNEA

Como usar

Com a câmera do celular apontada para o código ou clique no QR Code para assistir



Legenda



APRESENTAÇÃO

A conservação do planeta para a continuidade da vida está diretamente relacionada com atitudes e ações humanas sustentáveis, sendo uma delas a redução da emissão de gases do efeito estufa para a desaceleração do aquecimento global. Nesse sentido, diversas iniciativas estão em andamento, como o Acordo de Paris e as metas de descarbonização dos países, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável/ ODS difundidos pela ONU, e a agenda 2050, cuja meta é uma economia livre de carbono ou “economia verde”.

Neste cenário, as fontes de energia renovável se colocam como principal alternativa para alcançar a economia verde, sendo as principais: a eólica, solar e biomassa. Cada país e região, devido à sua localização geográfica e suas características climáticas, possui recursos naturais que o situa como ator com potencialidade de algum tipo de fonte de energia renovável.

O Brasil, devido à sua diversidade geográfica e extensão territorial, possui diversos recursos naturais potenciais em energias renováveis, sendo na região nordeste as fontes eólica e solar com maior destaque. O estado do Rio Grande do Norte é o líder em produção de energia eólica onshore e com significativo potencial solar. Ainda, o seu potencial eólico marítimo, estimado em mais de 114 GW, possui melhor “qualidade” do vento para geração de energia elétrica.

Desse modo, soluções inovadoras que direcionem às demandas deste importante setor energético são extremamente necessárias e devem estar na agenda de gestores públicos, indústria e academia. Cientes da urgência e relevância do tema, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, por meio do Parque Científico e Tecnológico Augusto Severo – PAX | RN, realizou o

Fórum de Inovação e Negócios em Energias Renováveis/ FINER e gerou a presente publicação com uma amostra de P&D, organizada nos seguintes temas: Energia Eólica Onshore e Offshore; Energia Solar; Bioenergia; e Produção e Armazenamento de Energia de Fontes Renováveis. O FINER foi realizado em 08 de setembro de 2021, de forma remota, reunindo empresas, gestores, consultores, pesquisadores, com o objetivo de promover um ambiente para que novas empresas, com perfil de inovação, surjam e se instalem no RN, se aproximem da academia e possam promover e contribuir para a geração de novos negócios para uma economia verde.

MARIO GONZÁLEZ
LUIZ AFFONSO
ÂNGELA PAIVA
FERNANDA RAFFIN
PAULA FERREIRA
(Organizadores)

Energia eólica *onshore* e *offshore*



Desenvolvimento de gerador híbrido eólico-solar destinado a microgeração de energia elétrica

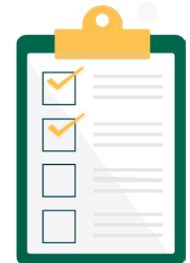
Embora tenhamos no Brasil, especialmente no Nordeste, abundância de ventos e irradiação solar, tratam-se de duas fontes intermitentes de energia. Isto tem impedido o uso dessas fontes para fornecimento regular de energia. Sistemas isolados da rede elétrica não asseguram o abastecimento a todo e qualquer tempo; sistemas conectados à rede elétrica, utilizam conversores eletrônicos que injetam correntes harmônicas e prejudicam a qualidade da energia. Pesquisadores da UFRN e IFRN desenvolveram e patentearam (carta de patente Nº BR 102014005059-0) o Regulador Eletromagnético de Frequência (REF). O REF permite: hibridizar duas fontes energéticas intermitentes garantindo fornecimento regular de energia; operação conectada à rede elétrica ou isolada da mesma; não injeta harmônicos na rede; absorve as flutuações de energia causadas pela intermitência das fontes, mantendo estável o fornecimento de energia;

adequa-se a micro ou macro geração; eleva o fator de capacidade do sistema e a confiabilidade. É uma máquina de indução com rotor em gaiola de esquilo (robusta e de baixo custo), adaptada para receber energia mecânica de uma turbina eólica e elétrica de um inversor cujas correntes alimentam o REF em frequência que garante tensão e frequência constantes na saída do sistema, um gerador de indução ou síncrono. A presente proposta tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de microgeração eólico/solar-fotovoltaico, com capacidade de 5 a 10 kW visando uso isolado ou conectado à rede elétrica.

Grupo de pesquisa:
Otimização e Supervisão de Sistemas Elétricos de Energia/
UFRN

Contato:
ricardo.pinheiro@ufrn.br

Equipe:
Ricardo Pinheiro
Manoel Firmino Júnior
Andrés Salazar
Caio Cunha
Francisco Mota
Gabriel Tapia
José de Oliveira
Ariel Patriota
Jordão da Silva
Daniel de Souza
Paulo Silva
Thales Ramos
Luciano Júnior
Arthur de Medeiros
Evandro Nunes



Sistema de medição de desempenho para o gerenciamento da operação e manutenção de parques eólicos

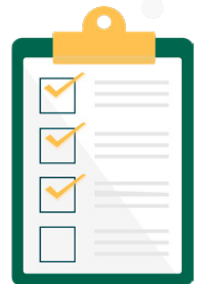
O número de parques eólicos em operação aumentou, de forma significativa, no cenário mundial e investimentos estão cada vez maiores. No Brasil são mais de 918 parques eólicos, sendo 242 no estado do RN. Os custos da fase de operação e manutenção (O&M) de um parque eólico representam entre 25 e 40% do custo nivelado de energia, influenciando a rentabilidade do empreendimento. Na busca pela otimização dos custos de O&M, novas tecnologias estão se tornando um fator chave para o seu desempenho, assim como novas abordagens do gerenciamento do parque eólico. Na maioria das vezes a perda de performance em parques eólicos está relacionada a fatores internos e externos, identificá-los e saber como eles influenciam é uma das funções de um sistema de medição de desempenho que permite melhorar a produtividade global da usina. O projeto, em execução, propõe a disponibilização de um sistema

de medição de desempenho para gestão de parques eólicos, considerando a visão sistêmica do empreendimento. Estão envolvidos no projeto conceitos relacionados a: medição e análise de dados meteorológicos, otimização de processos e gestão da manutenção, tecnologias para manutenção preditiva, aprendizagem de máquina e análise econômico-financeira.

Grupo de Pesquisa:
CREATION – Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
Lucas Silva
Rafael Souza
Sarah Sunamyta
Rafael Vasconcelos
Marllen Santos
Carla Vivacqua
Mario González



Melhoria de qualidade na modelagem atmosférica para produção de energia eólica

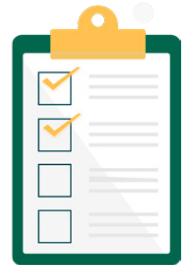
As previsões de tempo e clima provenientes de modelos são fundamentais para o planejamento de ações no setor de energias renováveis. Atualmente, a única ferramenta capaz de prever o estado futuro da atmosfera são os modelos numéricos de previsão do tempo. Instituições necessitam de informações de tempo e clima confiáveis para tomar decisões e propor políticas e ações condizentes com a situação. A modelagem auxilia na compreensão dos fenômenos meteorológicos e climáticos para um bom uso dos resultados por parte da sociedade. No entanto, saídas provenientes de modelos de previsão numérica de tempo e clima nunca são perfeitas. Além disso, as previsões de tempo a curto prazo são muito sensíveis a diferentes escolhas do modelo físico. Há, então, a necessidade urgente de melhoria dos modelos meteorológicos e climáticos e suas previsões. Diante deste cenário, um dos desafios é melhorar a qualidade das previsões de tempo e clima. Nesta proposta, o foco é avaliar a qualidade das

previsões de tempo e clima, utilizando técnicas de planejamento experimental. A solução permite fornecer informações climáticas de alta qualidade usando menos dados e recursos computacionais. A fronteira da modelagem climática regional não é produzir mais dados, mas sim produzir mais informações por meio de uma redução direcionada do volume de dados e do aumento de sua representatividade.

Grupo de pesquisa:
Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) / UFRN

Contato:
carla.vivacqua@ufrn.br

Equipe:
Carla Vivacqua
Andressa Siroky
Mario González



Otimização do custo logístico na instalação de usinas eólicas *offshore*

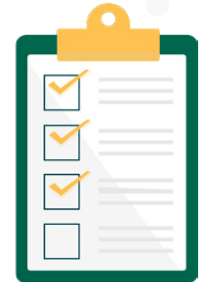
A energia eólica *offshore* é uma fonte de geração de energia limpa utilizada em países Europeus e o Brasil possui um grande potencial. Devido à sua implementação no mar, desafios logísticos, como necessidade de embarcações adequadas e condições meteorológicas variáveis, são enfrentados principalmente na fase de instalação das turbinas. Além do ambiente, a própria turbina impõe uma complexidade logística em razão que seus principais componentes, como as pás e a nacelle, serem de grandes dimensões e peso. Na tentativa de minimizar os custos logísticos, decisões logísticas são tomadas, como a escolha do porto que dará suporte a essas atividades terrestres e marítimas, de modo que contemple instalações de fabricação, áreas de montagem e teste, entre outros requisitos, como um porto-indústria, cuja tendência comprova-se ser cada vez mais viável e necessária, devido ao aumento contínuo dos componentes da turbina e as dificuldades logísticas severas no transporte por via terrestre. Essas decisões logísticas e portuárias

são consideradas dentro da cadeia de suprimentos da eólica *offshore*, levando em conta os *stakeholders* envolvidos na instalação de uma usina, desde empresas de fornecimento e de instalação de componentes, cabos, subestações, fundações, às empresas de serviços logísticos e de embarcações, bem como outros componentes-chave para o funcionamento eficiente da logística nesse processo. O projeto, em execução, tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta para a otimização do custo logístico na instalação de uma usina eólica *offshore*.

Grupo de pesquisa:
CREATION – Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
Andressa Santiso
Monalisa Godeiro
Gabriela Sores
Luana Nogueira
Mario González



Manutenção preditiva de turbina eólica baseada em técnicas de aprendizagem

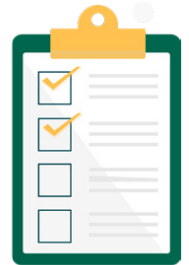
Atualmente, a energia eólica é uma das fontes mais viáveis de energia renovável. Porém, parques eólicos precisam ter operação e manutenção bastante eficientes para se manterem competitivos em um mercado cada vez mais complexo. Embora os sistemas eólicos venham aumentando a sua confiabilidade operacional, os componentes das turbinas eólicas, como caixas de engrenagens, pás e geradores, são muito suscetíveis a danos, acarretando custos devido a paradas não programadas e substituições de componentes de alto valor, o que pode comprometer a eficiência da operação dos parques eólicos, principalmente no contexto de operação off-shore. Por isso, é fundamental se preverem falhas de forma eficiente para evitar danos extensos aos componentes da turbina, permitindo que o operador planeje o reparo do sistema antes da falha completa. Diante da relevância deste problema, neste projeto empregamos algoritmos de aprendizagem de máquinas para obter modelos de previsão de falhas utilizando dados

coletados pelo sistema de controle de supervisão e aquisição de dados (SCADA), como temperatura do mancal da caixa de engrenagens e velocidade, energia, vibração e corrente do gerador. Este projeto está sendo desenvolvido pelo Laboratório de Informática Industrial (LII) da UFRN e pela empresa Logap.

Grupo de pesquisa:
**Modelagem e Análise Científica de Dados/
UFRN**

Contato:
affonso@dca.ufrn.br

Equipe:
Luiz Guedes
Joilson Abrante



Energia eólica e seus aspectos ambientais

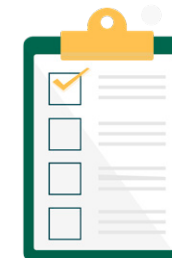
O Brasil é um excelente país para se investir na área de energia eólica, sendo o Rio Grande do Norte (RN) o Estado que oferece as melhores condições para implantação das usinas devido à sua localização geográfica, que forma um vértice a nordeste da América do Sul. Dessa forma, a partir destes potenciais, o RN Estado torna-se um local propício para a implantação de aerogeradores, conferindo-lhe, assim, desenvolvimento nas regiões tocadas por tal atividade renovável. Os impactos ambientais de parques eólicos podem ser classificados em: Uso da terra, Ruído, Impactos visuais, Aves e Interferência eletromagnética. O uso de energias renováveis mostra-se crescente e promissor quando o assunto é redução dos impactos estes sofrido pelo meio ambiente, como causa das ações antrópicas. Dessa forma, o incentivo ao avanço tecnológico e à formação de atitudes acarreta um processo de reformulação e modernização das formas de ação, contribuindo para o desenvolvimento benéfico das partes

envolvidas. Portanto este trabalho tem como objetivos gerais fazer um estudo sobre os princípios básicos da energia eólica. Além disto, fazer um estudo de caso em uma empresa específica sobre impactos ambientais gerados pelos parques eólicos.

Grupo de pesquisa:
LT2M - Laboratório de Tecnologia Mineral e Materiais/ IFRN

Contato:
lt2m.cnat@ifrn.edu.br

Equipe:
Mauro Meyer
Flanelson Monteiro
Djalma Neto



Repotenciar ou descomissionar parque eólicos? Ferramenta para tomada de decisão com princípios da economia circular

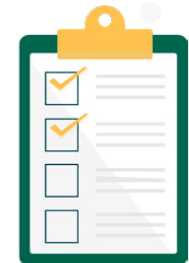
O ciclo de vida dos parques eólicos e o acelerado desenvolvimento tecnológico das turbinas, com maior potencial nominal, trouxeram aspectos desafiadores para os proprietários dos parques eólicos, pois apresentam dois possíveis cenários que são: repotenciar ou esperar o final do ciclo de vida para descomissionar, decisões estas que são influenciadas por múltiplos fatores. O ciclo de vida de uma turbina eólica dura em média entre 20 e 25 anos. No mundo, muitos parques eólicos estão ultrapassando 20 anos de operação. No tocante ao Brasil, mais de 50 parques alcançarão esse patamar nos próximos 5 anos, o que representa que mais de 600 aerogeradores deverão ter seus materiais gerenciados para uma adequada disposição ou reintrodução na cadeia eólica. Descomissionar ou repotenciar são opções que trazem grandes oportunidades para toda cadeia eólica, porém, o desafio está em conseguir

alinhar os interesses conflitantes entre os diversos stakeholders. Assim, o objetivo do projeto é desenvolver uma ferramenta de suporte a tomada de decisão que atenda os interesses do parque eólico e das partes interessadas, baseados em aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais, apoiados pelos princípios da economia circular que possibilitam a redução do uso de recursos naturais, o aumento da eficiência do uso de recursos e energia, além da geração de empregos e da criação de mercados secundários para todos os materiais descomissionados.

Grupo de pesquisa:
CREATION – Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
Paula Ferreira
João Agra Neto
Francisca Sousa
Mario González
Rafael Vasconcelos
David de Melo



Ferramenta computacional de apoio ao estudo de sistemas de energia eólica

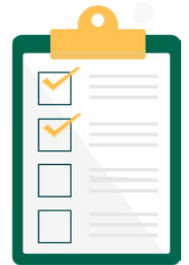
O presente projeto tem por finalidade precípua a proposição de uma ferramenta computacional, inicialmente para ambientes com sistema operacional Windows, dirigida a fins estritamente didáticos, que objetiva auxiliar o estudo das componentes curriculares correlatas a área de energia eólica (fundamentos de energia eólica, sistemas eólicos etc.) no que tange, por exemplo, aos cálculos inerentes ao estudo do recurso eólico, caracterização dos ventos e a potência extraída de um conversor eólico, dentre outros. Busca-se oportunizar aos discentes iniciantes na referida temática a possibilidade de dispor de um software capaz de realizar os referidos cálculos de modo automatizado. Pretende-se diferenciá-lo das soluções já existentes no mercado, apresentando uma ferramenta de natureza essencialmente educacional, uma vez que todas as etapas do cálculo, bem como os seus respectivos significados

serão apresentadas detalhadamente ao usuário, incluindo ainda conteúdos de ajuda teórica a estes últimos. Profissionais recém-formados e/ou com pouca experiência nesta área do conhecimento também poderiam usufruir do programa. Outra provável aplicação seria a utilização deste programa para capacitação (cursos e treinamentos, dentre outros) de funcionários de empresas que desenvolvem atividades em áreas correlatas a energia eólica. O software traz consigo ainda a possibilidade, por parte de instrutores e professores, de implantar uma nova opção metodológica no que tange a abordagem dos conteúdos afins a área de eólica.

Grupo de pesquisa:
Núcleo de Pesquisa do
Centro de Tecnologia
em Energia Eólica/
IFRN

Contato:
dennys.alves@ifrn.edu.br

Equipe:
Dennys Alves
Antônio Neto
João Paulo de Araújo
Leonardo de Araújo
Luiz G. de Souza
Odailson de Oliveira



A reinserção de uso do catavento multipás: análise da viabilidade para fins de microgeração de energia elétrica

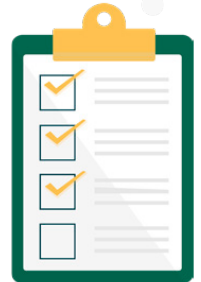
A energia eólica ganhou destaque na atualidade e o estado do Rio Grande do Norte tem exercido papel fundamental para o seu incremento na matriz elétrica brasileira. A região potiguar que concentra a maior parte de sua potência eólica instalada é a Região do Mato Grande, que por outro lado apresenta um dos mais baixos IDH do estado. Apesar do elevado potencial eólico da região, a sua exploração não tem sido traduzida em desenvolvimento econômico, salvo para alguns proprietários rurais que locam as suas terras para a instalação dos aerogeradores. Os pequenos proprietários rurais, como os milhares que sobrevivem nos diversos assentamentos rurais existentes na região vivem à margem da utilização desta riqueza e não usufruem economicamente dos benefícios financeiros de sua exploração. Nesse contexto, a presente pesquisa visa avaliar o potencial do uso de cataventos multipás,

com o intuito de verificar a viabilidade de sua aplicação na microgeração de energia elétrica em sistemas isolados ou conectados à rede, para que possa ser usado por pequenos produtores rurais. O sistema proposto diferencia-se dos microgeradores eólicos convencionais pelo seu caráter híbrido eólico / hidráulico, uma vez que a energia eólica não será convertida diretamente em energia elétrica, mas usada para o bombeamento da água para um reservatório elevado e a água acumulada terá o seu uso posterior, operado por gravidade, para assim acionar uma turbina acoplada a um gerador para a microgeração de energia elétrica.

Grupo de pesquisa:
IFRN

Contato:
caiocmchagas@gmail.com

Equipe:
Caio Chagas
Luiz Rosa
Neilton da Silva
Márcio Pereira
Eduardo Dantas
Marcos Aurélio
Freitas
Luciano Júnior
Máxson Barbosa



Ferramenta para tomada de decisão de estudo de viabilidade técnico-econômico-ambiental de projetos de usinas eólicas *offshore*

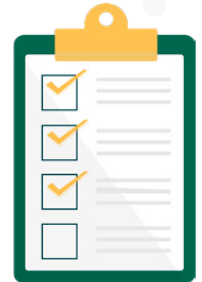
Usinas eólicas *offshore* são projetos que demandam investimentos de capital intensivo. Analisar o ambiente de investimento e os riscos envolvidos em projetos dessa natureza é fundamental para avaliar a viabilidade do seu desenvolvimento. Nesse sentido, a elaboração de Estudos de Viabilidade Técnico-Econômico-Ambiental (EVTEA) permitem ao investidor conhecer as variáveis que podem influenciar a viabilidade de um projeto. Associar esses estudos ao uso de ferramentas, como Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilita maior confiabilidade aos resultados obtidos, uma vez que a utilização do SIG permite avaliar as especificidades de um local. O SIG são sistemas de *hardware*, *software* e dados espaciais que auxiliam os gestores a definir estratégias e análises de um projeto eólico *offshore*, facilitando a tomada de decisão ao investidor. O objetivo do projeto é o

desenvolvimento de uma ferramenta de EVTA que utiliza a abordagem do SIG para suporte a tomada de decisão. Com ele é possível atrelar uma análise de viabilidade econômica através de dados técnicos como batimetria, distância da costa, produção de energia e restrições locais pelo mapeamento e controle de espécies, identificação de atividades econômicas e ambientais, entre outras. Como resultado, a ferramenta possibilita mapas que apresentam informações sobre indicadores econômicos VPL, TIR, Payback e LCoE que suporta a tomada de decisão sobre uma região em análise.

Grupo de pesquisa:
CREATION – Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
David de Melo
Claudio Pontes
Rafael Vasconcelos
Paula Ferreira
Mario González
Mariana Almeida



Processo de corte por puncionamento criogênico para otimização de desempenho de núcleos de aerogeradores

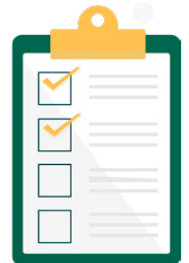
O núcleo de aerogeradores é constituído por um empilhamento de lâminas de aço elétrico, que tem por objetivo amplificar o campo magnético gerado e apresenta pronunciada influência no desempenho dos sistemas de geração eólica. O núcleo é fabricado através de um processo de corte por puncionamento, o qual promove o aumento das perdas e a redução da permeabilidade magnética do material, reduzindo a eficiência dos geradores eólicos. Além da deterioração das propriedades magnéticas do aço, o processo de corte gera rebarbas, as quais podem acarretar na necessidade de processos de fabricação adicionais, bem como diminuem a precisão dimensional das peças fabricadas. O projeto, propõe desenvolver um processo de corte por puncionamento utilizando nitrogênio líquido (LN2) como lubrificante. O intuito da aplicação do LN2 é minimizar a ocorrência de deformação plástica nas bordas de corte, reduzindo a geração de

rebarbas e minimizando a deterioração das propriedades magnéticas. O estudo ainda se encontra em estágio inicial de elaboração, contando com um projeto de mestrado, o qual irá avaliar o efeito da criogenia e demais parâmetros de processo de corte por puncionamento no aspecto das bordas de corte e nas propriedades magnéticas do material.

Grupo de Pesquisa:
UFRN

Contato:
nicolau.castro@ufrn.br

Equipe:
Nicolau Castro
Fábio Sousa
Henrique Barbosa



Energia solar

The image features a dark blue header bar at the top. Below it, the text "Energia solar" is centered in a white, sans-serif font. The background is a lighter blue with various decorative elements: a grid of small dots on the left, a wavy vertical line in the center, and diagonal stripes on the right. In the bottom left corner, there are two overlapping triangles. At the very bottom, there are faint, light blue decorative patterns consisting of a row of dots and a series of vertical lines.

Desenvolvimento de células fotovoltaicas orgânicas

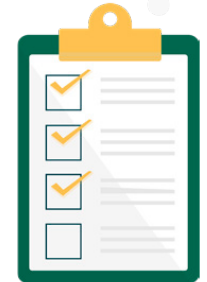
A desaceleração do aquecimento global, como forma de reduzir as mudanças climáticas, passa pela transformação das atividades econômicas para uma economia verde, na qual essas atividades tendem ao uso de energia de fontes renováveis e limpas. A energia solar é uma fonte amiga do meio ambiente, porém os materiais das tecnologias de 1a e 2a e geração podem causar danos ambientais e problemas de saúde. A célula fotovoltaica orgânica tem grande potencial como uma tecnologia de célula solar de baixo custo de fabricação e instalação, peso leve, flexível, semitransparente, que pode ser aplicada em superfícies planas e curvas, que pode ser fabricada por meio das técnicas R2R, a qual permite a fabricação de grandes áreas e sobretudo é uma tecnologia que contribui para uma economia verde e para o desenvolvimento sustentável do planeta. A partir do mapeamento tecnológico, por meio de pesquisa em banco de patentes, foram identificadas, pelo grupo de pesquisa "Creation", rotas tecnológicas para as células fotovoltaicas orgânicas. Assim, este estudo propõe o desenvolvimento

de uma célula fotovoltaica orgânica, a qual gera uma energia limpa com uso de tecnologias alinhadas à economia circular e a não emissão de gases de efeito estufa. A estrutura da célula fotovoltaica orgânica a ser desenvolvida apresenta-se como uma alternativa no campo das tecnologias fotovoltaicas orgânica, uma vez que se propõe a utilizar materiais promissores em substituição aos comumente utilizados.

Grupo de pesquisa:
CREATION – Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
Priscila Sampaio
Rafael Vasconcelos
David de Melo
Paula Ferreira
Mario González



Concentrador solar cilindro-convexo aplicável a centrais heliotérmicas

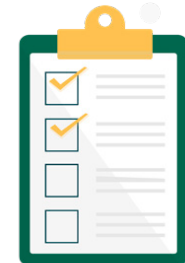
A geração de eletricidade por meio de centrais heliotérmicas vem crescendo em todo o mundo devido ao aumento da demanda energética mundial, à necessidade de diversificação da matriz elétrica e à crescente preocupação com o meio ambiente. Entretanto, o Brasil, mesmo com altos índices de irradiação solar e de insolação (com destaque para região nordeste, que apresenta as melhores condições climáticas e solarimétricas para a instalação de empreendimentos solares), ainda tem uma parcela mínima de energia solar em sua matriz elétrica, sendo que 100% desta é fotovoltaica. Nas centrais heliotérmicas convencionais é necessário que se façam regulagens na posição dos receptores de modo que possam acompanhar o movimento aparente do Sol, e isso acarreta gastos com mecanismos de rastreamento solar. Pensando-se em eliminar a necessidade de tais mecanismos e em impulsionar a pesquisa e o desenvolvimento do setor heliotérmico, este projeto consiste na fabricação de

um concentrador solar cilindro-convexo, uma alternativa ao concentrador cilindro-parabólico. O concentrador proposto possui lentes convexas dispostas de modo a formar um meio decágono por sobre o contorno externo de um cilindro, as quais produzirão um foco em linha sobre um tubo receptor de cobre. Por dentro deste tubo, que será preenchido por sal, passará uma serpentina de cobre composta por 6 tubos de menor diâmetro. Esse concentrador solar poderá ser utilizado para a geração de eletricidade em centrais heliotérmicas dispensando tanques de armazenamento térmico e rastreadores, além de evitar o contato do tubo com ações intempéricas e de minimizar as perdas térmicas.

Grupo de pesquisa:
Núcleo de Pesquisa
do Laboratório de
Máquinas Hidráulicas e
Energia Solar/ IFRN

Contato:
guilherme.souza@ifrn.
edu.br

Equipe:
Luiz V. de Souza
Luiz M. de Souza
Manoel da Silva
Gabriel da Silva



Materiais especiais para células solares

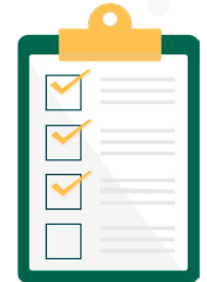
A terceira geração de painéis fotovoltaicos tem chamado muita atenção de empresas e da comunidade científica nos últimos dez anos, reunindo grandes esforços para aumentar a eficiência, reprodutibilidade e estabilidade a fim de viabilizar a sua comercialização para atender mercados cada vez mais exigentes. Entre os materiais promissores, destacam-se as perovskitas pela proposta única de combinar baixo custo com alta eficiência, quando aplicados em larga escala. Os dispositivos fotovoltaicos à base de perovskitas avançaram significativamente nos últimos 10 anos com as primeiras perovskitas híbridas a base de chumbo. Grandes esforços foram realizados para aumentar a eficiência (PCE) e resistência à degradação por temperatura e umidade a partir da modificação estrutural da perovskita e de alteração na arquitetura. Devido aos problemas ainda não resolvidos, as perovskitas totalmente inorgânicas vêm ganhando destaque, embora ainda com poucos relatos na literatura. Entre as

inorgânicas, a perovskita CsPbI₃ apresenta potencial, mas problemas com degradação pela instabilidade da fase preta (CsPbI₃) ainda precisam ser solucionados. O Pb, por sua vez, vêm sendo substituído total ou parcialmente por elementos como Ge, Sn, Sb, Bi, Cu ou Ti devido aos problemas associados a toxicidade. Os bons resultados obtidos em escala de laboratório abrem novos caminhos visando o scale-up dos sistemas a base de perovskitas. Diante disso, o grupo de pesquisa da UFRN vem apostando em novos dispositivos isentos de chumbo e obtidos com técnicas alternativas à base de tape casting e/ou blade coating, com o objetivo de manter a qualidade estrutural dos filmes na produção em larga escala; estes são considerados os novos e grandes desafios.

Grupo de pesquisa:
Grupo de pesquisa em materiais especiais para células solares/ UFRN

Contato:
dulce.melo@ufrn.br

Equipe:
Dulce Maria Melo
Renata Braga
Rodolfo Medeiro
Heloísa de Macedo
Ângelo Oliveira
Eledir Sobrinho
Fernando Maziviero



Células solares totalmente inorgânicas à base de perovskitas processadas por doctor blade visando o scale-up da tecnologia

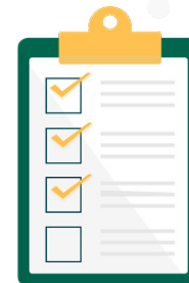
Houve uma melhoria constante no desenvolvimento de células solares à base de perovskitas altamente eficientes na última década, e o registro de eficiência certificada já ultrapassa os 25%. No entanto, a maioria dos dispositivos altamente eficientes foi preparada pelo método de revestimento por spin coating, que apesar de fácil e muito útil na escala de pesquisa de laboratório, esta técnica tem as desvantagens do desperdício de solução química e a dificuldade técnica para fabricar dispositivos maiores. Para a produção em massa, a escalabilidade é um dos principais fatores que os pesquisadores precisam considerar no estágio de amadurecimento da tecnologia (TRL). É nesta perspectiva que o Laboratório de Tecnologia Ambiental apresenta a proposta de scale-up da tecnologia de produção por doctor blade de células solares totalmente inorgânicas, incluindo as camadas transportadoras de cargas.

Uma vez escalado, a tecnologia permitirá uma redução de custo significativa, pois não necessita de atmosfera especial para processamento, usando a atmosfera ambiente para obter os materiais. Além disso, a nossa tecnologia permite que apenas 10 g de material possa revestir 1 m² de vidro especial. Portanto, o potencial de escalabilidade pode atrair investidores e parceiros para acelerar a implementação da planta piloto e validação do produto mínimo viável (MVP).

Grupo de pesquisa:
Grupo de pesquisa em materiais especiais para células solares/ UFRN

Contato:
rodolfo.luiz.055@ufrn.edu.br

Equipe:
Dulce Maria Melo
Renata Braga
Rodolfo Medeiro
Heloísa de Macedo
Ângelo Oliveira
Eledir Sobrinho
Fernando Maziviero



Bioenergia



Produção de biocombustível de segunda geração através da liquefação hidrotérmica da borra do café

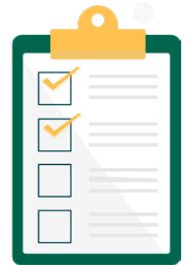
A transição para uma matriz energética renovável de baixo carbono tem sido um grande desafio dos países visando a substituição de combustíveis fósseis por energias renováveis, sendo consideradas inesgotáveis e com menor impacto ambiental. A conversão da biomassa vem se destacando como uma alternativa promissora na geração de energia elétrica e produção de biocombustíveis. Atualmente, o processo de liquefação hidrotérmica vem permitindo a obtenção de biocombustíveis líquidos e gasosos a partir da degradação dos polímeros presentes em diferentes tipos de biomassa. Neste sentido, nosso grupo de pesquisa vem atuando nos últimos anos no tratamento de resíduos vegetais buscando agregar valor na produção de biocombustíveis e bioadsorventes. Com esse intuito, desenvolvemos uma metodologia capaz de produzir biocombustível de segunda geração através da liquefação hidrotérmica da borra do café na presença da glicerina obtida como subproduto da produção

de biodiesel. Indiscutivelmente, o biocombustível formulado apresenta propriedades que lhe conferem alta performance energética e ambiental. Além disso, o resíduo obtido no processo de liquefação pode ser reaproveitado como bioadsorvente visando o tratamento de efluentes industriais contendo poluentes orgânicos e metálicos.

Grupo de pesquisa:
UFRN

Contato:
lindemberg.duarte@ufrn.br

Equipe:
Lindemberg Duarte
Eduardo Neto
Edyjanleide Rodrigues



Produção de aditivos sustentáveis a partir de resíduos agrícolas e sua incorporação em biocombustíveis

A proposta está inserida no contexto do aproveitamento da biomassa lignocelulósica para o desenvolvimento de produtos químicos, materiais e biocombustíveis em substituição aos produtos de origem fóssil. Sua utilização favorece processos de produção mais limpos e sustentáveis, com destaque para o aproveitamento de resíduos. Assim, o projeto pretende estudar a síntese de ésteres levulínicos a partir de resíduos da casca de coco e sua incorporação como aditivos ao biodiesel. Há disponibilidade desse resíduo agrícola no estado do RN, podendo transformar-se num promissor ramo de produção química na região. Serão estudados aspectos de condições de produção, teste de catalisadores e formulações de adição em biodiesel do: Metil Levulinato (ML), Etil Levulinato (EL) e Butil Levulinato (BL). Todos esses ésteres entraram para a agenda econômica devido às excelentes propriedades para uso como aditivos para gasolina, tais

como: não toxicidade, alta lubrificidade e ponto de fulgor estável. A tecnologia está em nível de desenvolvimento em escala de laboratório. Está previsto o teste em ambiente relevante em motor, para verificação do desempenho de um biodiesel com propriedades melhoradas através da mistura com ML, EL e BL. Todos os ensaios de caracterização seguem as normas vigentes. Espera-se estabelecer as condições otimizadas de produção dos ésteres, as diretrizes de escalonamento do processo e, além disso, desenvolver um conjunto de formulações que confirmem propriedades de um biocombustível sustentável.

Grupo de pesquisa:
UFRN

Contato:
eduardo@eq.ufrn.br

Equipe:
Eduardo Neto
Lindemberg Duarte
Poliana Pinheiro
Maria Rosiane
Almeida
Jéssica Emanuela
Leonete Medeiros



Análise de viabilidade técnica e econômica da produção de biocombustíveis por simulação de processos

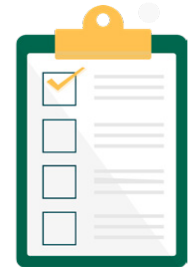
O dimensionamento detalhado das unidades e a avaliação de possíveis alternativas tecnológicas de produção são as bases para uma predição coerente de custos e retorno de uma planta de processos voltada a biocombustíveis. Contudo, devido à sua complexidade, uma estimativa coesa torna-se uma tarefa difícil e pode não elucidar as possíveis estratégias de produção. O uso de ferramentas de simulação de processos resulta em um ganho de tempo e entendimento sobre o processo. Com elas, é possível simular as diferentes condições de processamento, ampliação da produção, impacto da inserção de novas tecnologias sustentáveis, custos de energia - fatores impactam diretamente na depreciação e retorno do investimento. O grupo de pesquisa do Laboratório de Energia Alternativa e Fenômenos de Transporte possui experiência em desenvolvimento de modelos e simulação de processos químicos com ênfase em

avaliação técnico-econômica de processos de produção de bioetanol, biodiesel, biogás e biometano.

Grupo de pesquisa:
LEAFT - Laboratório de Energia Alternativa e Fenômenos de Transporte/ UFRN

Contato:
domingos.fabiano@ufrn.br

Equipe:
Domingos Souza
Jackson Araujo
Carlos Eduardo
Liana Padilha
Juan Alberto



Produção de biodiesel e biolubrificantes oriundos da borra do café por catalisadores derivados das cinzas de biomassa residuais

A produção de combustíveis oriundos de fontes renováveis alternativas como biomassa e resíduos agroindustriais tem apresentado grande destaque na contribuição da perspectiva de redução da liberação de gases do efeito estufa e outros poluentes. O Brasil é o maior produtor mundial de café, atendendo a aproximadamente 36% do total produzido. Uma das formas de obtenção de ésteres graxos a partir de biomassa é utilizando o pó de café residual (borra), que contém um teor considerável de fração lipídica (em torno de 16%), com potencial para a produção de ésteres graxos. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar o processo de extração química de fração lipídica a partir da borra de café. Posteriormente, caracterizar o óleo extraído e aplicá-lo como matéria-prima para a síntese de ésteres graxos. Além disso, foram avaliados o desempenho de catalisadores heterogêneos obtidos das

cinzas de biomassa residual, nas reações de transesterificação para produção de biodiesel. A obtenção desses catalisadores é potencialmente promissora, pois não concorre com a cadeia produtiva de alimentos e energia, uma vez que é proveniente de resíduos de biomassa. Vale ressaltar que alguns desses catalisadores encontram-se em uso para a produção de biodiesel e biolubrificantes.

Grupo de pesquisa:
GPTEN – Grupo
de pesquisa
em tecnologia
energética/ UFRN

Contato:
tatiana.bicudo@ufrn.
br

Equipe:
Tatiana Bicudo
Luciene Santos
Keverson Oliveira
Ramoni Silva
Heloise Moura
Luiz Felipe de Moura
Fabiola dos Santos



Produção de biogás a partir do lodo da estação de tratamento de esgotos da UFRN: perspectivas para biofertilizantes e catalisadores

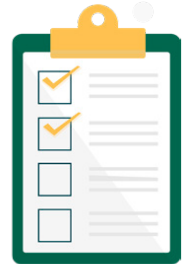
O biogás é o gás proveniente da decomposição anaeróbica de matéria orgânica residual, sendo um biocombustível promissor que tem chamado a atenção de pesquisadores em todo o mundo. Nesse projeto, avalia-se a produção de biogás a partir do lodo proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com a perspectiva de utilizar outras fontes de rejeitos, buscando a geração de energia, biofertilizantes e catalisadores. Na obtenção de biogás, são utilizados sistemas biodigestores de bancada, que operam em diferentes condições. As análises dos gases obtidos indicam a presença de H₂S e NH₃, em pequena quantidade. Os melhores resultados mostram a seguinte composição média de gases: 2,56 ppmV de H₂S, 4,75 ppmV NH₃, teor de metano de 80% (v/v), com uma média de produção de 241,6 mL

de gás a cada 24 horas. O teor de CH₄ produzido indica uma alta potencialidade para seu uso como biogás, sugerindo que o lodo produzido na ETE possui uma alta viabilidade para seu reaproveitamento na geração de energia, contribuindo, de maneira sustentável, para um processo eco-friendly. A composição do lodo é majoritariamente de SiO₂, Al₂O₃, K₂O e Fe₂O₃, além de Cr₂O₃, NiO, ZnO, PbO e CuO, com potencial para aplicação como catalisadores em diversos processos.

Grupo de pesquisa:
GPTEN – Grupo de pesquisa em tecnologia energética/ UFRN

Contato:
luciene.santos@ufrn.br

Equipe:
Luciene Santos
Oscar Cavalcanti
Rosangela Possa
Ana Beatriz Lima
Leila Campos
Anne Beatriz Câmara
Tatiana Bicudo



Hidrocarbonetos renováveis derivados de microalgas com zero emissões líquidas

As pesquisas na área de microalgas avançaram nos últimos anos, sendo indicada como uma solução frente às mudanças climáticas e fonte de biocombustíveis. Diversas espécies são cultivadas na planta Piloto da Fazenda SAMISA, unidade experimental de cultivo intensivo outdoor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), utilizando tanques do tipo *raceways* com capacidade de 20 m³, produzindo aproximadamente 200 kg/mês de biomassa úmida. O teor médio de lipídeos varia entre 12 a 26 % da massa seca da microalga. Após extração do óleo, a biomassa é recuperada, livre de lipídios mas ainda contendo elevado teor de proteína, carboidratos, cinzas e outros constituintes que podem ser convertidos em energia, etanol, bio-óleo, bioQAV, aditivos químicos para combustíveis ou produtos químicos de interesse industrial. A presente proposta pretende produzir hidrocarbonetos renováveis a partir da pirólise rápida catalítica de microalgas e biomassa residual proveniente da extração de óleo e ativos químicos de

interesse industrial. A reutilização da biomassa residual agrega valor a este subproduto, aumentando o rendimento energético global do processo, e ainda produz matéria-prima para produção de biocombustíveis, bioplásticos, resinas, entre outros produtos de interesse industrial, contribuindo para uma economia circular com zero emissões líquidas, uma vez que estas biomassas apresentam alta capacidade de biofixação de CO₂.

Grupo de pesquisa:
Labtam/Grupo de catálise - UFRN

Contato:
renata.braga@ufrn.br

Equipe:
Renata Braga
Dulce Melo
Guilherme Calixto
Thalita Delmiro
Graco Viana



Processo de produção de biomassa com captura de CO₂ para coprocessamento na indústria do cimento

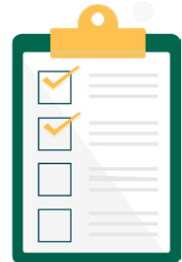
Dentro das tecnologias BECCS (do inglês *Bioenergy with Carbon Capture and Storage*), o cultivo de microalgas para fins energéticos é uma tecnologia emergente, que vem despertando o interesse de indústrias que buscam converter o passivo ambiental de suas emissões em ativos econômicos. Sistemas integrados de conversão de biomassa em energia e biocombustíveis, com o aproveitamento de efluentes industriais, torna o processo de produção circular e economicamente viável. A presente proposta visa o desenvolvimento de um processo integrado de tratamento da água produzida e produção de microalgas com captura intensiva de CO₂ gerado por uma indústria de cimento, para produção de biocombustíveis e coprocessamento em fornos de clínquerização da indústria. A região Oeste Potiguar, é uma das maiores produtoras de petróleo onshore. Os campos desta bacia são considerados maduros e produzem grandes volumes de água, chegando até mais de 10 vezes o volume do óleo produzido. A região também é rica

em minas de calcário, e concentra duas grandes indústrias de cimento. O clima é tropical, com baixo índice de pluviosidade e alta luminosidade, reunindo condições edafoclimáticas, necessidade do tratamento de AP e emissões industriais, um conjunto de fatores que favorecem a integração dos processos regionais para produção de microalgas e sustentabilidade do processo.

Grupo de pesquisa:
Labtam/Grupo de catálise - UFRN

Contato:
renata.braga@ufrn.br

Equipe:
Renata Braga
Dulce Melo
Guilherme Calixto
Thalita Delmiro
Graco Viana
Julio Freitas



Potencial de produção de bioprodutos derivados de macroalgas na costa oriental do estado do RN

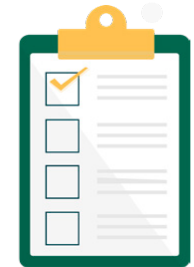
A proposta é levantar o potencial e desenvolver o cultivo de macroalgas na Costa Oriental do Estado do Rio Grande do Norte visando a produção de bioprodutos como bioetanol, ágar e biofertilizante derivados das macroalgas. Ponderando-se a necessidade global de biocombustíveis, a biomassa de macroalgas desponta como um promissor recurso renovável para produção de biocombustível e bioprodutos com elevado interesse industrial na área alimentícia, farmacêutica, cosmética e agrícola. Ambientalmente, o cultivo de macroalgas baseia-se nos princípios da sustentabilidade, proporciona inúmeros benefícios ambientais como a produção de oxigênio e a redução dos gases de efeito estufa, contribuindo para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Na área socioeconômica, tem potencial para gerar emprego e renda nas comunidades costeiras. Tradicionalmente, essa população realiza o cultivo de forma

artesanal. O sistema produtivo possui estruturas de cultivo construídas com materiais acessíveis, recicláveis e de baixo custo de produção, favorecendo a confecção pela população local.

Grupo de pesquisa:
UFRN

Contato:
herika.queiroz@ufrn.br

Equipe:
Herika Andrade
Luiz Rosa
Neilton Silva



Integração entre produção sustentável de biomassa florestal como fonte de energia renovável e tecnologia de produção mais eficiente e mais limpa

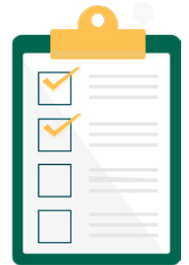
A madeira é o recurso energético utilizado, de forma prioritária, no estado do Rio Grande do Norte (RN) pelos setores comercial, industrial e doméstico. Como qualquer outra fonte renovável, para ser sustentável, deve ser utilizada da forma eficiente e sua exploração deve ser condicionada à liberação por parte do órgão ambiental. No entanto, não vem sendo este o modelo utilizado no RN quando da exploração e acesso a este combustível, o que tem provocado consequências ambientais e sociais negativas, além de insegurança energética para o setor produtivo. Portanto, é urgente a adoção de práticas de uso racional deste, constituindo-se a potencialização do binômio manejo florestal sustentável/ eficiência do processo de transformação. Pode-se citar vantagens quando da prática do modelo proposto: oportunidades de aumento de emprego e renda para a população que sobrevive de "cortar lenha", uso do combustível de fonte renovável que mais se adequa às demandas por energia térmica pelos setores produtivos do estado, redução de ocorrências dos processos de desertificação, uma vez que

haverá o acesso planejado e o uso de sistemas eficientes de conversão o que, também, resulta em economia e lucro para uma mesma produtividade. De acordo com o contexto apresentado são propostos serviços que serão realizados em duas fases: FASE 1: Identificar as áreas que comercializam madeira sob manejo florestal sustentável no RN e responder, por sub-região, sobre: espécies florestais que ocorrem nas respectivas áreas e sua qualidade como energético por meio da determinação da quantidade de energia útil disponível e produção do volume real em madeira (m³/ha), por área de estudo; produzir mapas dos polos consumidores de madeira por sub-região do RN e volume demandado por tipo de sistema utilizado durante o processo de combustão FASE 2: Caracterizar o grau tecnológico dos principais setores consumidores de madeira, a nível de empresa; Desenvolver propostas de melhoria e aumento da eficiência para cada classe de nível tecnológico: Processo de fabricação e controle das emissões (gases e particulados), assim como padronização dos produtos finais (qualidade).

Grupo de pesquisa:
Grupo de estudos em energia da biomassa/ UFRN

Contato:
meireufrn@gmail.com

Equipe:
Rosimeire dos Santos
Carlos Paskocimas
Frans Pareyn
Adailton de Carvalho
Renato Castro
Ananias Francisco
Júnior
Jéssica de Lima
Thatiane de Macedo
José Neto
Cynthia Alves



Desenvolvimento de peneiras moleculares para produção de biocombustíveis

A produção de biocombustível tem intensificado nas últimas décadas em virtude da necessidade de energias renováveis e diminuição dos problemas ambientais. Alguns biocombustíveis como o biodiesel, diesel e gasolina verdes e o bioquerosene tem ganhado notoriedade. Dentre as áreas de estudo para produção desses biocombustíveis tem-se: o desenvolvimento de catalisadores que apresentem seletividade para produção dos biocombustíveis desejáveis e avaliar e aumentar o potencial de diferentes matérias-primas para esta finalidade. Em relação as matérias primas buscam-se estudar e viabilizar o uso de oleaginosas que não compitam com o mercado alimentício, bem como utilizar fontes alternativas de matérias primas. No tocante aos catalisadores, as peneiras moleculares micro e mesoporosas modificadas com metais e óxidos metálicos apresentam-se como um material interessante para ser utilizado, devido suas características estruturais, texturais, morfológicas; além de poderem

ser reutilizadas nas reações podendo gerar uma economia no setor produtivo. Desta forma, o objetivo do projeto é obter peneiras moleculares para aplicá-las na produção de biocombustíveis a partir de matérias primas alternativas e com isso contribuir no desenvolvimento do setor produtivo das energias renováveis.

Grupo de pesquisa:
LACAM - Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais/ UERN

Contato:
annegabriella@uern.br

Equipe:
Anne Santos
Vinícius Caldeira
Adriana Santos



Produção de hidrocarbonetos renováveis (diesel verde e bioquerosene)

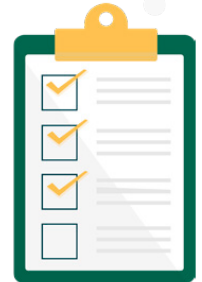
Diante da crescente demanda de energia, o desenvolvimento de combustíveis renováveis a partir de biomassa, incluindo oleaginosas, se torna cada vez mais importante para garantir a segurança energética mediante acesso universalizado a uma matriz diversificada e limpa, que concilie a sua expansão em uma base sustentável, renovável e com baixas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e poluentes. No setor de transporte, e os novos combustíveis devem ser "drop in", ou seja, totalmente compatíveis com as tecnologias atuais. Nesse contexto, temos como propósito desenvolver alternativas tecnológicas para o processo HEFA, a partir do óleo vegetal ou ésteres de ácidos graxos, mediante a escolha de catalisadores no processo catalítico, buscando a redução no consumo de hidrogênio para a obtenção de hidrocarbonetos renováveis (incluindo diesel verde e bioquerosene de aviação). Além disso, os com os dados obtidos, é possível realizar a avaliação da eficiência do processo e da viabilidade técnica e

econômica de implementação em escala industrial.

Grupo de pesquisa:
UFRN

Contato:
amandagondim.ufrn@gmail.com

Equipe:
Amanda Gondim



Potencial lipídico de oleaginosas na produção de combustíveis

Dentre as alternativas promissoras para a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis, está a produção de biodiesel, biogasolina e bioquerosene. A proposta tem como objeto de estudo a análise da composição química dos óleos extraídos de plantas a serem processados, bem como a análise da composição química dos combustíveis obtidos a partir de processos de conversão termocatalítica em biocombustíveis. A análise dos óleos a serem processados é ponto estratégico para implementação de tecnologias com base nesse tipo de indústria, uma vez que se trata de matéria prima, deve se ter amplo conhecimento sobre condições favoráveis de cultivo e quais espécies de oleaginosas são adequadas para cada região e tipo de solo. A análise acerca dos produtos obtidos do processamento termocatalítico visa contribuir com grupos de pesquisa que atuam no desenvolvimento de catalisadores, fornecendo informações de rendimento e eficiência dos processos. Essa proposta pretende contribuir com desenvolvimento de combustíveis, na

seleção de catalisadores e condições de processamento por meio de análises de cromatografia e espectrometria de massas para o estudo da composição química, bem como com parâmetros físico-químicos de óleos e combustíveis.

Grupo de pesquisa:

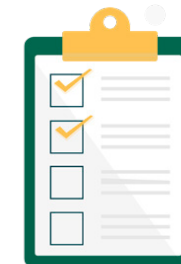
LACAM - Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais/ UERN

Contato:

leandrobezerra@uern.br

Equipe:

Leandro Lima
Anne Gabriella Caldeira
Vinicius Caldeira
Adriana dos Santos
Keurison Magalhães



Produção e armazenamento de energias renováveis



Estudos econômicos, tecnológicos, de infraestrutura e da cadeia de valor para a produção do hidrogênio verde

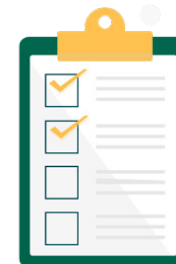
Com a finalidade de desacelerar o aumento de temperatura do planeta, foi estabelecido, em 2015, o Acordo de Paris, cujo objetivo é a redução das emissões de gases que causam a intensificação do efeito estufa, sendo o maior deles o dióxido de carbono (CO₂). A meta é diminuir as emissões em 45% até 2030 e a 0% até 2050 em relação aos níveis pré-industriais. Para tanto, será necessário descarbonizar o sistema energético mundial e uma quantidade significativa de fontes renováveis de energia precisam ser instaladas, como a eólica e solar. Adicionalmente, a quantidade de energia gerada por essas fontes depende de fatores meteorológicos e apresenta variações distintas, o que as leva, eventualmente, a não possuírem a capacidade necessária para atender a demanda horária de energia. Nesse contexto, o hidrogênio verde, oriundo de fontes renováveis, é uma das principais alternativas para o armazenamento de

energia, pois viabiliza o fornecimento contínuo de energia 100% renovável, além de ser considerado um dos pilares centrais para a descarbonização da economia. Pode ser utilizado em diversos setores como: indústria, transporte, comercial, residencial e de aquecimento/refrigeração. Portanto, o objetivo do projeto em execução é a realização de estudos econômicos, tecnológicos, de infraestrutura e da cadeia de valor para a produção de hidrogênio verde a partir da fonte eólica o solar. Como resultado, espera-se que as pesquisas possam fornecer subsídios para o desenvolvimento da economia do hidrogênio verde a nível regional e global.

Grupo de pesquisa:
CREATION – Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
Mario González
Jéssica Silva
Lara Silva
Lilibeth Bulhões
Vicente Neto
Paula Ferreira
David de Melo
Rafael Vasconcelos
Mariana Almeida



Tecnologias eletroquímicas integradas para produção de hidrogênio verde e descontaminação de águas residuais

Processos oxidativos eletroquímicos avançados são métodos bem estabelecidos na literatura de remediação ambiental, especialmente o tratamento de água poluída. No entanto, sua aplicação em larga escala é restrita devido ao alto consumo de energia desses processos. Uma forma de contornar esse problema é recuperar parte da energia gasta na forma de gás hidrogênio, que tem amplas aplicações industriais. Esta alternativa no tratamento eletroquímico de águas residuais pode ser efetuada em diferentes escalas, ou seja, em laboratório, sub-piloto, piloto e escala industrial com a produção simultânea de gás hidrogênio. As principais tecnologias eletroquímicas são a eletroxidação e a eletrocoagulação. O efeito de parâmetros operacionais importantes é no contexto importante da remediação de várias águas residuais sintéticas e reais com geração simultânea de H₂, tais como, o modo de operação da célula eletroquímica, projeto da célula,

tipo de material do eletrodo, densidade de corrente, pH, aplicado tensão e outros. Além disso, o efeito da energia recuperada na forma de gás hidrogênio no consumo de energia do processo eletroquímico também é um fator que deve ser avaliado. No entanto, várias dessas situações podem ser contornadas quando integradas ambas tecnologias ao uso de energias renováveis como painéis solares, turbinas eólicas dentre outras. Assim, algumas lacunas e desafios importantes que podem ser superados com a adoção prática desses métodos, e projetar reatores split e detalhar a eficiência da geração de H₂, o consumo de energia do sistema eletroquímico e a energia recuperada na forma de H₂, fornecendo uma perspectiva de novos desenvolvimentos e pesquisas futuras.

Grupo de pesquisa:
Laboratório de Eletroquímica Ambiental Aplicada/ UFRN

Contato:
carlosmh@quimica.ufrn.br

Equipe:
Carlos Martínez-Huitle



Desenvolvimento de um eletrolisador para produção de hidrogênio verde

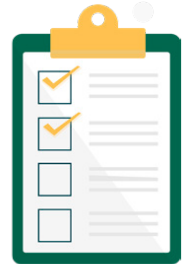
Considerado o pilar da descarbonização mundial, estima-se que até 2050 o hidrogênio verde representará 18% do consumo global de energia, dos quais 60% serão provenientes da eletrólise da água. As tecnologias mais utilizadas em eletrolisadores na atualidade compreendem a eletrólise Alcalina, de Membrana de Troca de Prótons (PEM) e de Óxido Sólido (SOEC). Tais tecnologias se utilizam da etapa de pré-tratamento da água para dessalinização e purificação, a qual representa um entrave na produção do H₂. O projeto em execução objetiva o desenvolvimento de um eletrolisador capaz de utilizar, diretamente, a água salina em seu processo de produção de H₂, sem que o equipamento sofra com os danos causados pelos subprodutos da reação da eletrólise (corrosão e incrustação). O equipamento está previsto para ser instalado em plataformas de Óleo e Gás offshore em fase de descomissionamento e para utilizar água marinha e eletricidade proveniente de parques eólicos offshore, o que garante o selo de H₂ verde ao produto gerado. Para

a concepção do projeto, uma análise do estado da técnica está sendo realizada, a fim de focar no desenvolvimento de uma tecnologia específica para as condições regionais do Nordeste do Brasil.

Grupo de pesquisa:
CREATION - Inovação de Produtos e Processos em Energias Renováveis/ UFRN

Contato:
grupocriacaoufrn@gmail.com

Equipe:
Mario González
Lawrence de Moura
Lara Silva
Jéssica Silva
Izaac Braga
Paula Ferreira



Miscelânea



Estratégias de controle cooperativo para regulação do fluxo de potência de microrredes híbridas CC/CA integradas com sistema de armazenamento de energia

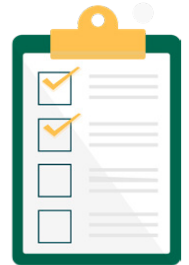
A organização atual do sistema elétrico é baseada em microrredes o que permite a fácil inserção de fontes renováveis (RES) seguindo o conceito de geração distribuída (GD). Essa nova configuração exige o desenvolvimento de estratégias de controle para melhorar a eficiência e a confiabilidade dessas redes no gerenciamento do fluxo de energia. Nesta direção, os conceitos de gerador síncrono virtual (VSG) e impedância virtual (VI) têm ganhado interesse crescente como possíveis solução para interligação dos GDs aos sistemas de potência. A principal característica do VSG é a inserção da inércia virtual implementada via a inserção de retardos controlados nas malhas de controle das potências ativa e reativa. Em relação a VI, ele pode ser empregado para reduzir o acoplamento entre os fluxos de potência ativa e reativa em microrredes de baixa tensão. A GD baseada em RES tem

comportamento variável e estocástica, o que pode causar flutuações de tensão ou desvios de frequência no barramento CA, bem como oscilações de tensão no barramento CC. Nestas redes, os sistemas de armazenamento de energia (ESS) podem ser integrados ao barramento CC dos GDs para possibilitar maior flexibilidade de controle e estabilidade. Para viabilização da integração dos desses diversos elementos, a adoção de estratégias de controle cooperativo dotadas de mecanismos de adaptação tem se mostrado uma boa opção para regular o fluxo de potência e pode garantir a estabilidade geral das microrredes CA / CC.

Grupo de pesquisa:
UFRN

Contato:
rlucio@dee.ufrn.br

Equipe:
Ricardo Ribeiro



Módulo autônomo de resfriamento sustentável para o conforto térmico e segurança de trabalhadores expostos em condições ambientais de elevada temperatura

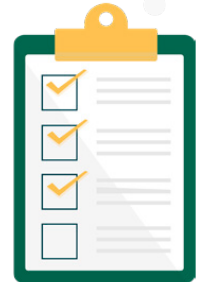
O Módulo Autônomo de Resfriamento Sustentável (MARS) é um equipamento desenvolvido pela área de Engenharia da Sustentabilidade do Departamento de Engenharia da Produção da UFRN voltado ao conforto térmico e segurança para trabalhadores expostos em condições ambientais de elevadas temperaturas, como é o caso observado das atividades laborais realizadas no semiárido do estado do Rio Grande do Norte. O MARS é um equipamento em formato de mochila que possui um elemento interno de resfriamento que transmite ar refrigerado para o interior da vestimenta do profissional que realiza as atividades ao ar-livre. O objetivo da vestimenta é contribuir para a diminuição da percepção de calor experienciado pelo profissional, contribuindo para a segurança, saúde do profissional de operações de construção, montagem e manutenção de estruturas utilizadas para a produção de energia renovável. O MARS foi utilizado para dar apoio

às atividades extraveiculares desenvolvidas na estação espacial análoga Habitat Marte em Caiçara do Rio do Vento (RN). A pesquisa contribuiu com considerações importantes para o desenvolvimento de novas versões. O equipamento foi visto como importante recurso para apoio a profissionais que realizam atividades em áreas abertas com elevadas temperaturas.

Grupo de pesquisa:
MARS - Sustentabilidade de Habitats em Regiões Áridas, Semiárida e Espaço/ UFRN

Contato:
julio.rezende@ufrn.br

Equipe:
Júlio Rezende



Editoração eletrônica
Janaine Aires

Coordenação de Comunicação e Revisão
Breno Carvalho

Capa
Arte de Bruno Medeiros

Texto abertura
Mônica Tavares – Comunicação e Marketing AGIR/UFRN

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Inovação e negócios em energias renováveis [livro eletrônico] / (organizadores) Mário González...[et al.]. -- Natal, RN : Pax - Parque Científico e Tecnológico Augusto Severo 2021.
PDF

Vários autores.
Outros organizadores: Luiz Affonso, Ângela Paiva, Fernanda Raffin, Paula Ferreira.
ISBN 978-65-00-30509-8

1. Desenvolvimento sustentável 2. Energia - Fontes alternativas 3. Energia - Fontes alternativas - Aspectos econômicos 4. Energia - Fontes alternativas - Brasil 5. Inovação tecnológica - Aspectos econômicos 6. Recursos energéticos - Brasil I. González, Mário. II. Affonso, Luiz. III. Paiva, Ângela. IV. Raffin, Fernanda. V. Ferreira, Paula.

21-80614

CDD-333.794

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Energias renováveis : Desenvolvimento sustentável : Economia 333.794

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380



Licença Creative Commons

Inovação e Negócios em Energias Renováveis de Mario González, Luis Affonso, Ângela Paiva, Fernanda Raffin e Paula Ferreira está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição–NãoComercial–Compartilha Igual 4.0 Internacional.

O e-book Inovação e Negócios em Energias Renováveis reúne soluções inovadoras às demandas de um setor, em ascensão a nível mundial, e fundamental para o desenvolvimento econômico, social e ambiental da região, e contribui para a sustentabilidade da vida no planeta. Por isso, refletir e propor soluções para o desenvolvimento de tecnologias, com foco na inovação, é pauta central para o futuro da humanidade.