

# Projetos concluídos Copel Geração e Transmissão S.A.

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PD649103212013 | METODOLOGIA MULTICRITERIO DE ANALISE E MITIGAÇÃO DE CAMPOS ELETROMAGNETICOS EM SUBESTAÇÕES | 45                | R\$ 2712561,9          |

**Objetivo:** A Lei no 11.934 de 5 de maio de 2009 foi regulamentada pela Resolução Normativa 398/2010 para instalações elétricas em 60 Hz utilizando os Valores de Referência da ICNIRP 1998 como limites a serem atendidos pelas concessionárias de energia no Brasil. Mediante os Valores de Referência a ICNIRP 1998 visa o atendimento de Restrições Básicas. O não atendimento dos Valores de Referência força as concessionárias a verificação das Restrições Básicas. Assume-se a existência de subestações de transmissão que não atendem os Valores de Referência e adicionalmente o desconhecimento de metodologias para verificação do atendimento às Restrições Básicas. Por outro lado, a ICNIRP 2010 alterou os Valores de Referência e a metodologia de verificação das Restrições Básicas da ICNIRP 1998. Estas mudanças podem vir alterar à RN 398 da ANEEL e motivar à aplicação de ações de atenuação dos campos eletromagnéticos.

**Produtos Gerados:** O produto principal é uma metodologia multicritério de otimização para mitigação de campos eletromagnéticos de baixa frequência em subestações de transmissão. Esta metodologia será implementada em Software.

**Descrição Técnica Suscinta:** Os resultados do projeto visam ter sua aplicação no esclarecimento e na compreensão técnica do fenômeno de indução eletromagnética no corpo humano e no aperfeiçoamento dos procedimentos de medição em SEs de transmissão. Adicionalmente, a metodologia multicritério para a mitigação de campos será aplicada na readequação de SEs para atendimento da normas. Os subsídios técnicos serão para as áreas de Engenharia, Equipamentos, Manutenção e Segurança no tocante ao projeto, readequação e manutenção de SEs de transmissão na Copel. Devido ao tema ter chamado muito a atenção da sociedade brasileira, os resultados alcançados neste projeto poderão também ser estendidas a outras empresas do setor elétrico brasileiro no gerenciamento dos seus projetos e na tomada de decisão em relação ao tema.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649102472012 | MONITORAMENTO DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA EM SUBESTAÇÕES APLICANDO TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO DE DEGRADAÇÃO E AÇÕES CORRETIVAS PARA EXTENSÃO DA SUA VIDA ÚTIL | 43                | R\$ 1767714,32         |

**Objetivo:** A integração de sistemas de monitoramento com dispositivos microprocessados de diferentes fabricantes tem sido uma das principais dificuldades para que o monitoramento, como ferramenta para subsidiar o diagnóstico de falhas incipientes e reduzir paradas intempestivas em equipamentos de subestações de energia, possa ser uma realidade factível em relação à sua viabilidade técnica e econômica. Esta dificuldade se acentua ainda mais quando aplicada ao setor de distribuição de energia elétrica, pois os valores dos ativos em questão não propiciam uma taxa de retorno favorável aos sistemas de monitoramento embarcados se os mesmos demandarem muito investimento o que ocorre na realidade atual onde pouca integração existe aumentando os custos de engenharia devido ao retrabalho exigido. Atualmente as metodologias utilizadas são limitadas ao monitoramento e diagnóstico enquanto que essa proposta contempla a etapa de tomada de ação, a verificação da sua eficácia e da avaliação do benefício gerado.

**Produtos Gerados:** Um sistema de monitoramento constituído por um sistema de diagnóstico (composto por módulos de diagnóstico on-line integrados com off-line) e um sistema composto por um módulo de ação corretiva do estado dos equipamentos, a serem instalados em uma subestação modelo de Energia Elétrica da COPEL.

**Descrição Técnica Sucinta:** O sistema piloto proposto neste estudo disponibilizará uma ferramenta eficaz no auxílio do gerenciamento dos ativos e da demanda de energia elétrica e vida útil restante dos transformadores de potência da subtransmissão, por meio da medição "on-line" dos parâmetros mais críticos, informando com antecedência, situações críticas para ações pró-ativas de intervenção diminuindo o risco de desligamento intempestivo por falhas catastróficas, com interrupção no fornecimento de energia elétrica e em muitos casos, contaminação do meio ambiente (derramamento de óleo mineral isolante e emissão de gases poluentes). Benefícios específicos esperados: - Gestão de ativos otimizada para redução de custos operacionais e de manutenção. - Avaliação do sistema com arquitetura baseada em sistemas de comunicação no padrão IEC 61850. - Monitoramento em tempo real dos eventos, com registros de operação com estampa de tempo, para análise do funcionamento do sistema (Ex: carregamento de transformadores das SE's), que permite ainda a identificação antecipada de falhas nos vários subsistemas dos equipamentos de potência, fornecendo subsídios para as equipes de engenharia, projeto e de manutenção. - Uso de dispositivos de eletrônicos modulares e integráveis adequados às restrições dos ambientes das subestações elétricas (grau de proteção, compatibilidade eletromagnética, robustez etc.). - Monitoramento das principais grandezas dos transformadores (ex.: nível de óleo, gases, temperatura do óleo, carregamento etc.). - Possibilidade de manutenção preditiva dos transformadores. - Melhoria dos índices DEC e FEC. Benefícios Gerais Esperados: - Um sistema de monitoramento e diagnóstico de falhas que antecipe defeitos e favoreça ações pró-ativas de manutenção contribuirá para: - Aumento da qualidade dos serviços prestados pela concessionária. - Redução da indisponibilidade evitando multas e perda de faturamento. - Melhoria dos índices de qualidade de energia da empresa pela redução da duração total da indisponibilidade da energia. - Aumento da confiabilidade do sistema da subtransmissão. - Gerenciamento adequado dos ativos e do capital e otimização do investimento em novos ativos. - Economia na manutenção, visto que ações tomadas antes de uma perda completa de transformadores são menos onerosas. - Todos esses ganhos com a conservação de energia contribuem de forma objetiva para as ações de sustentabilidade almejadas pela concessionária.

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PE039411132011 | Arranjos técnicos e comerciais para a inserção da Geração Solar Fotovoltaica na matriz energética brasileira. (JAÍBA-SOLAR) | 73                | R\$ 2349514,74         |

**Objetivo:** A intenção das PARTES é o desenvolvimento tecnológico conjunto voltado para a geração de novos processos e produtos e o aprimoramento de suas competências na área, buscando a efetividade dos investimentos de P&D na geração de energia fotovoltaica para "financiamento/execução" por empresas de energia elétrica. Esse projeto (chamado projeto JAÍBA-SOLAR) associado à Chamada de Projeto de P&D Estratégico nº 013/2011), submetido à apreciação da ANEEL pela empresa proponente do projeto, FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., tendo como empresas cooperadas, COPEL GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A., CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A., CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A., LIGHT ENERGIA S.A., LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A., TRANSMISSORA ALIANÇA DE ENERGIA ELÉTRICA S.A., COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ, COMPANHIA PIRATININGA DE FORÇA E LUZ, RIO GRANDE ENERGIA, CENTRAIS ELÉTRICAS PARAÍBA S.A., ENERGÉTICA BARRA GRANDE S.A., CAMPOS NOVOS ENERGIA S.A., COMPANHIA ENERGÉTICA RIO DAS ANTAS S.A., FOZ DO CHAPECÓ ENERGIA S.A., COMPANHIA TRANSLESTE DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA, COMPANHIA TRANSUDESTE DE TRANSMISSÃO e COMPANHIA TRANSIRAPÉ DE TRANSMISSÃO, e como entidades executoras o CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA – CEPEL, a CEI SOLAR EMPREENDIMENTOS ENERGÉTICOS S.A. - CEI, a FUNDAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS – FINATEC e a FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA – FDTE.

**Produtos Gerados:** instalação de uma usina solar fotovoltaica, instalação de estação solarimétrica, além dos relatórios em atendimento aos demais requisitos da chamada pública da ANEEL 013/2011: a) projeto básico e executivo da planta de geração solar fotovoltaica; b) estudo de viabilidade técnico-econômico-financeira do projeto de geração solar fotovoltaica, incluindo o detalhamento de todos os custos de equipamentos, mão-de-obra, tecnologia, conexão, com apresentação do custo alcançado da energia produzida em R\$/MWh, informando montante de energia a ser comercializada ou "economizada", vida útil do projeto considerado e outros possíveis benefícios econômicos;

c) estudo de adequação e/ou adaptação das tecnologias existentes às condições de operação de plantas solares fotovoltaicas localizadas em território nacional; d) estudo de vida útil dos componentes e desempenho ao longo da execução do projeto da usina solar fotovoltaica; e) proposta de transferência de tecnologia;

**Descrição Técnica Suscinta:** Participando do projeto JÁIBA-SOLAR, a COPEL visa acompanhar o desenvolvimento dos estudos e a implantação de uma planta solar híbrida, dividida em quatro subsistemas, com o uso de diferentes tecnologias, entre as quais o CPV, "Concentrated PhotoVoltaics" que utiliza semicondutores a multi-junção ao invés de silício, com eficiências mais elevadas que este material, além do desenvolvimento de uma caixa de junção inteligente para melhoria da confiabilidade no monitoramento e proteção do sistema, e uma estrutura metálica ajustável, para otimização dos recursos energéticos, novos produtos a serem introduzidos no mercado nacional. Além de participar das discussões que contribuirão para os aperfeiçoamentos normativos e regulatórios deste tema, junto com as demais empresas do Setor Elétrico, sendo uma oportunidade da qual deve participar, de forma a preservar seus interesses e de seus consumidores no que se refere à avaliação de novas tecnologias e da viabilidade de implantação da energia solar fotovoltaica no país.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649102632012 | Monitoramento térmico de linhas de transmissão em tempo real. | 45                | R\$ 2880548,43         |

**Objetivo:** A determinação da ampacidade dinâmica de linhas de transmissão é fundamental para garantir a estabilidade e segurança do sistema elétrico de potência. Os métodos de determinação da ampacidade empregados atualmente apresentam diversas limitações, pois não levam em conta as variações de temperatura bem como das condições climáticas ao longo de toda a linha transmissão. Neste projeto pretende-se utilizar uma técnica de medição distribuída de temperatura empregando fibras ópticas monomodo, encontradas nos cabos guarda de modo a viabilizar o estabelecimento de correlações entre as temperaturas do cabo guarda e do cabo condutor, para diversos cenários, de modo a possibilitar a determinação do vão crítico e conseqüentemente a determinação da ampacidade dinâmica na linha de transmissão monitorada.

**Produtos Gerados:** Metodologia para determinação da temperatura, ampacidade e vão crítico de Linhas de Transmissão através da temperatura do cabo guarda utilizando sistemas DTS e dados meteorológicos.

**Descrição Técnica Suscinta:** A metodologia proposta irá possibilitar a otimização do sistema de transmissão, viabilizando uma maior capacidade de transmissão. Adicionalmente irá contribuir para aumentar a segurança do sistema, pois a determinação dos vãos críticos será feita com uma maior precisão. Essa metodologia poderá ser utilizada pela área de operação e manutenção do sistema elétrico bem como pela área de planejamento da transmissão. A metodologia proposta poderá ser empregada por toda empresa transmissora do Sistema Interligado Nacional.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD064200022015 | Metodologia de elaboração da função de custo do déficit | 31                | R\$ 105118,09          |

**Objetivo:** Para a operação, planejamento e precificação de Curto Prazo o SEB usa uma cadeia de modelos em que o custo do déficit de energia é um parâmetro crucial, uma vez que o mesmo é determinante na formação dos custos marginais de operação (CMO) e conseqüentemente do preço do mercado de curto prazo (PLD). Destaca-se a relevância a defasagem da atual metodologia aplicada, definida por meio da Resolução nº 109, de 24 de janeiro de 2002, com

base nas informações de Matriz Insumo-Produto, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1996. Desde então, a Função de Custo do Déficit de energia elétrica tem sido atualizada pela ANEEL, anualmente pela variação do IGP-DI. No que diz respeito ao uso de tais modelos para fins de planejamento da expansão, uma avaliação/estimação da curva mais acurada e atual dos custos do déficit é capaz de sinalizar mais adequadamente o preço marginal de expansão e os parâmetros para o cálculo do preço da energia nos leilões de energia nova.

**Produtos Gerados:** Estimação do custo do déficit a partir de três metodologias: 1. Atualização da metodologia atual; 2. value of lost load, metodologia que usa sondagens para inferir o custo do déficit do consumidor; e 3. cálculo dos segmentos da função de custo do déficit considerando a aversão ao risco na operação

**Descrição Técnica Sucinta:** O resultado desse estudo possui âmbito geral e sua utilização abrange o conjunto dos atores do setor elétrico brasileiro. A função custo do déficit é um parâmetro essencial para os estudos de planejamento da expansão e da operação energética no país, impactando a determinação do CMO e do PLD, e nas negociações inerentes ao curto prazo. Adicionalmente, há interesse dos agentes e dos reguladores/planejadores em identificar de maneira mais apropriada a capacidade de reação dos consumidores frente a cenários adversos para a oferta de energia, visando à implementação de programas de uso racional e de resposta de demanda para sinais de preços determinados, havendo possibilidades de gerar insumos para a regulação dos agentes distribuidores, no sentido de desenhar contratos alternativos para fornecimento de energia de forma interruptível com preços diferenciados, ou levando em conta as preferências dos clientes e considerando uma gama maior de níveis do serviço de fornecimento de energia. Para a operação, planejamento e precificação de Curto Prazo o SEB usa modelos em que o custo do déficit de energia é um parâmetro crucial pois determina a formação do CMO e conseqüentemente o PLD. Destaca-se relevante a defasagem da atual metodologia aplicada com base em informações de 1996. Desde então, a Função de Custo do Déficit de energia elétrica tem sido atualizada pela ANEEL, anualmente pelo IGP-DI. No que diz respeito ao uso de tais modelos para fins de planejamento da expansão, uma avaliação da curva mais acurada e atual dos custos do déficit é capaz de sinalizar mais adequadamente o preço marginal de expansão e os parâmetros para o cálculo do preço da energia nos leilões de energia nova. O custo do déficit, portanto, deve refletir na prática o quanto custa para a sociedade a insuficiência da oferta de energia elétrica. Destaca-se também a possibilidade de identificar a capacidade de consumidores contribuírem para a redução do consumo, quando submetidos a um sinal de preço.

---

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PD649103352014 | Seleção inteligente de portfólios de projetos eólicos e de pequenas centrais hidrelétricas | 36                | R\$ 1135159,97         |

**Objetivo:** O crescimento da geração de energia através de fontes renováveis tem sido acentuado nos últimos anos no país. A EPE e o MME vêm priorizando a participação dessas fontes para atender ao crescimento do consumo de energia elétrica no horizonte decenal.

Considerando a impossibilidade econômica do armazenamento da energia na forma primária ou na forma de eletricidade, uma das principais características da geração por fontes de energia renováveis é sua alta volatilidade, pois são fontes em geral intermitentes e/ou sazonais. Logo, é imprescindível selecionar uma carteira que considere as complementaridades e sinergias entre as fontes renováveis. A metodologia de seleção de projetos renováveis terá restrições impostas pelo investidor e planejador e servirá ao Órgão Planejador como um mapa para fins de Leilão de Energia, minimizando o risco de geração do investidor e conseqüentemente o risco de exposição ao mercado de curto prazo.

**Produtos Gerados:** Metodologia para seleção de portfólio de projetos de geração elétrica de fontes eólicas e PCHs baseada em técnicas de otimização, medidas de risco e teoria de portfólios, considerando restrições, tais como no. pré-estabelecido de ativos e limite financeiro do empreendedor, dentre outros.

**Descrição Técnica Sucinta:** A concessionária poderá melhor decidir sobre como e onde realizar seus investimentos em geração renovável, montar um MRE privado com outros agentes, com a finalidade de mitigação do risco de

geração. Poderá inclusive propor ao órgão de planejamento a realização de leilões regionalizados. A ferramenta pretende dar subsídios técnicos aos técnicos da Copel, em particular à área de investimentos da empresa. Adicionalmente, a metodologia pode ser estendida a todo o Setor Elétrico Brasileiro, uma vez que considera o conjunto de projetos de geração das fontes eólica e PCH de todo o Brasil, dando argumentos para a área de regulação da empresa, com o objeto de encaminhar contribuições ao poder concedente para fins de leilões regionalizados. Para garantir a correta implementação dos resultados do projeto, pretende-se realizar testes comparativos entre os métodos de otimização. Prevê-se a realização de simulações computacionais com os dados do estado do Paraná e de diversos locais do Brasil.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649102672012 | Desenvolvimento de novo método de vedação de mancais para eliminação ou mitigação de vazamentos e/ou vaporização do óleo utilizado como lubrificante em usinas de grande porte e PCHs da Copel Geração. | 36                | R\$ 3611223,26         |

**Objetivo:** A principal motivação deste projeto é mitigar ou evitar vazamentos de óleo lubrificante de mancais de suas usinas hidroelétricas. Esta ocorrência tem levado a problemas técnicos, (reposição de óleo, dano em isolamento, equipe OeM para limpeza, obstrução de canais de ventilação interna), ambientais (óleo nos rios), econômicos (Homem hora de OeM para limpeza, maior consumo de óleo) e de segurança do trabalho (superfícies lisas, risco de quedas). No projeto será desenvolvido um método para reduzir os efeitos do problema descrito, que afeta diversas usinas na COPEL e demais concessionárias de energia. Este método será obtido, inicialmente através de estudos e levantamento de dados referentes aos problemas de vedação existentes na COPEL e das possíveis soluções de vedação adotadas. A partir destes estudos serão selecionadas soluções que serão testadas em laboratório. Como resultados destes ensaios serão selecionados os métodos que tiverem os melhores resultados técnico-econômicos.

**Produtos Gerados:** Será desenvolvido um método para reduzir os efeitos nocivos de vazamento do óleo utilizado na lubrificação de mancais de unidades de geração de grandes usinas e de PCHs. Visa reduzir impactos ao meio ambiente e danos no isolamento elétrico dos geradores.

**Descrição Técnica Suscinta:** A solução se aplica no âmbito das unidades de geração hidroelétrica de eixo horizontal e vertical. Pode ser adotada em usinas de grande porte ou em PCHs, e está focada em um problema que acontece na maioria das usinas brasileiras e internacionais. Tais usinas utilizam mancais de material metálico antifricção no conjunto gerador turbina, que são lubrificados com grandes volumes de óleo. O conjunto não é estanque e uma alíquota deste óleo atinge a parte elétrica do gerador e os cursos de água e lençóis de água a jusante da usina. O aumento gradativo da preocupação da sociedade e do governo com os cuidados no trato com o meio ambiente torna o projeto ainda mais atrativo e necessário. O resultado do projeto será a eliminação, ou redução, do vazamento de óleo em eixos de mancais turbinas. A comprovação será feita perante a constatação do desaparecimento ou mitigação do problema de vazamento de óleo.

---

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PD649100222011 | Caracterização de transientes muito rápidos - VFT através de medição em campo e simulação digital em subestações isoladas a gás SF6 - SIG e subestações isoladas a ar - SAI. | 53                | R\$ 4249806,37         |

**Objetivo:** Este projeto está sendo proposto devido às dificuldades enfrentadas pelas áreas técnicas da empresa quando da falha, em rápida sucessão, de 3 grandes transformadores elevadores da UH-GBM e de outros eventos em

SE's de transmissão. Estas dificuldades, além das que normalmente ocorrem nestas situações, estavam centradas na reposição dos equipamentos falhados dentro do menor prazo possível, mas que garantissem ou apresentassem evidências de desempenho satisfatório frente ao problema dos Transientes Muito Rápidos, os quais são suspeitos de estarem relacionados às falhas. No processo de reposição dos equipamentos, os fabricantes solicitam informações a respeito dos transientes que ocorrem no local onde o equipamento será instalado, de modo a realizar um projeto adequado. Estas informações são inexistentes atualmente. O estudo dos VFT permitirá aos técnicos da concessionária elaborar uma especificação de compra e ensaios que assegurem uma confiabilidade na reposição dos equipamentos.

**Produtos Gerados:** Propor um nível básico de isolamento para transientes muito rápidos, suas formas de onda típicas, espectro de frequências e níveis de sobretensão, baseado nos estudos, medições e simulações feitas para SIG e SIA. Fornecer subsídios e ensaios para especificação de compra de transformador.

**Descrição Técnica Suscinta:** Fornecer os valores médios das formas de onda, espectro de frequências e as amplitudes representativas das sobretensões VFT impostas aos equipamentos mais suscetíveis, como transformadores e transformadores para instrumentos, durante manobras de seccionadoras e disjuntores em subestação blindada e convencional nos pontos onde os equipamentos são conectados as instalações estudadas. Fornecer subsídios para desenvolvimento de ensaio voltado às solicitações VFT e na especificação técnica de equipamentos novos e usados permitindo equipamentos mais adequados para suportar os transientes de manobra. Revisar a seqüência de manobras das instalações para subsidiar as áreas de operação, propondo ações mitigadoras de maneira a preservar a instalação e os equipamentos. Os resultados auxiliarão a análise de falhas em equipamentos. A abrangência do produto é a princípio restrito às instalações estudadas, mas pode ser aplicada para outras instalações.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649103392014 | Desenvolvimento de metodologia de revisão tarifária para usinas geradoras sob o regime de cotas - aspectos de regulação econômica | 30                | R\$ 1182132,96         |

**Objetivo:** Quando da renovação das Concessões que estavam por vencer desde o início de 2013, um conjunto de Comandos Legais alterou profundamente o status-quo vigente no setor, que preconizava competição plena no segmento de geração, criando a figura do Gerador Regulado, ou Gerador Cotista, que passa a ter que se subordinar à regulação econômica. De fato, a EPE publicou uma metodologia de cálculo de indenização dos investimentos e de reconhecimento dos custos operacionais eficientes que não foi submetida a um processo de Audiência Pública. O Dec 7850 autorizou a indenização dos investimentos em geração não contemplados no projeto básico, inserindo nova variável no processo. Na lei 12.783/2013 os critérios finais foram divulgados ao setor, porém sem uma metodologia de Revisão Tarifária que compreendesse temas completamente inéditos no setor de geração. Assim, o presente estudo objetiva pesquisar como, no Brasil e no mundo, concessões públicas com ativos amortizados são reguladas.

**Produtos Gerados:** Metodologia de revisão tarifária para as geradoras sob o regime de cotas visando composição da Receita Anual de Geração - RAG e a indenização de bens não totalmente depreciados existentes, bem como a remuneração adequada para novos investimentos, com desenvolvimento de software de simulação.

**Descrição Técnica Suscinta:** O tema ora abordado será aplicável a todas as usinas geradoras do país detentoras de um contrato de concessão. Isso porque a metodologia que a ANEEL definirá para cálculo tarifário das geradoras renovadas em 2013, provavelmente, será a metodologia aplicável a todos os concessionários no futuro, quando do vencimento de seus contratos de concessão. Assim, o interesse pelo trabalho é dos geradores renovados pela lei 12.783/2013 (que precisam saber como será seu regime tarifário futuro), daqueles que pretendem investir assumindo a operação das usinas que não foram renovadas (que precisam simular o retorno do investimento e verificar a viabilidade do negócio) e daqueles que ainda tem contratos vigentes, mas que precisam se preparar para a decisão de renovar ou não sua usina quando do término deste contrato - portanto, a todas as concessionárias de geração de energia elétrica do país.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649102312012 | Desenvolvimento de método para medição da impedância de aterramento de torres em linhas de transmissão de 69kV a 500kV em operação, empregando a corrente de fuga em 60 Hz. | 33                | R\$ 642120,78          |

**Objetivo:** Os métodos usuais de medição de resistência de pé-de-torre em linhas de transmissão (LTs) energizadas requerem a desconexão física dos cabos guarda. Essa desconexão exige cuidados especiais de segurança com elevado tempo de execução resultando em um procedimento demorado. - A desconexão do(s) cabo(s) de guarda acrescenta desvantagens econômicas na medição de um grande número de estruturas. Este é um procedimento que depende de uma infra-estrutura de alto custo, exige grande equipe técnica e períodos longos de tempo para execução. - A obrigação da desconexão física dos cabos guarda, além de representar riscos de choque elétrico, acrescenta tempos de exposição a campos eletromagnéticos intensos, na região do topo da estrutura. - Não existe um mapeamento ou um banco de dados consolidado de valores medidos de resistência de pé-de-torre das LTs da COPEL em operação.

**Produtos Gerados:** Metodologia para medição de resistência de aterramento de torres em linhas de transmissão energizadas, para frequência de 60 Hz, sem a desconexão dos cabos guarda.

**Descrição Técnica Suscinta:** A metodologia desenvolvida no projeto e as informações do mesmo têm relevância para concessionárias, institutos de pesquisa e universidades. Tanto a metodologia como as informações do projeto serão muito úteis para a COPEL e para o setor elétrico. A metodologia proposta permitirá realizar no futuro, inspeções periódicas nas torres das linhas de transmissão, para verificar de maneira rápida e segura, problemas que podem piorar a resistência da malha de aterramento, tais como corrosão, vandalismo, mudanças no solo pela presença de espécies absorvedoras de umidade (bosques de eucaliptos na margem de LTs), etc. Além disso, proporcionará subsídios para o conhecimento do estado atual desses sistemas, o que será de grande interesse para as concessionárias de energia elétrica. Neste contexto, esta metodologia terá larga aplicação em todo o setor elétrico brasileiro, incluindo grupos de estudos do CIGRE, concessionárias de energia elétrica, indústrias e universidades.

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PD286603102012 | Desenvolvimento e aplicação de protótipo para melhoria de solos através de injeções. | 39                | R\$ 971874,15          |

**Objetivo:** O PeD ANEEL Melhoria e Tratamento de Solos: Aplicações em Fundações de Torres de Transmissão, desenvolvido pelo LACTEC, não contemplou estudos aprofundados sobre as formas de aplicação dos diferentes produtos em diferentes tipos de solos naturais. Neste sentido, sabendo-se que o solo natural é um material complexo e variável, é comum que este não preencha totalmente as exigências de projeto. Nesses casos o melhoramento dos solos visa à possibilidade de execução de projetos em locais onde não seria possível satisfazer as exigências técnicas com o solo natural dentro dos padrões de segurança desejável. Existem várias técnicas de melhoramento de solos, entretanto, ainda não há equipamentos de pequenas dimensões disponíveis no mercado para o melhoramento de solos arenosos ou argilosos em profundidades de 2,5 e 4 m. Assim sendo, este projeto pretende desenvolver um protótipo de um sistema de injeção de materiais inertes para melhoramento permanente de solos de locais de LT e/ou RD de EE.

**Produtos Gerados:** Projeto, execução e testes de protótipo de equipamento e componentes para injeção de materiais estabilizantes em perfis de solo que visam o melhoramento das propriedades geotécnicas do solo para fins de execução de fundações de estruturas de linhas de transmissão (LT) e/ou distribuição de EE.

**Descrição Técnica Sucinta:** O projeto insere-se na necessidade de reforçar o solo de fundação de RD e/ou LT de EE. O traçado de RD e de LT não seleciona o tipo de solo no qual serão inseridos elementos de suporte. É comum nestes casos a ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte. Como patologias relacionadas a instalações destas estruturas nestes tipos de solos podem ser citados a inclinação de fundação de postes com efeitos de segunda ordem nas estruturas, sobrecarga de tração em cabos e cadeias de isoladores e até mesmo o colapso da fundação. Em LT os solos de baixa capacidade de suporte dificultam a instalação da rede, provocam deformações excessivas da fundação e, conseqüentemente, aumentam os custos de instalação. O produto a ser desenvolvido nesta pesquisa tem aplicação em qualquer obra geotécnica que necessite reforço do solo para execução de fundações que atendam determinadas condições de projeto. Em especial para concessionárias de EE que enfrentam dificuldades na implantação de LT e de RD.

---

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PD649102332012 | Pesquisa e desenvolvimento de equipamento para análise e diagnóstico para bancos de capacitores de AT (MEDICAP). | 32                | R\$ 816841,49          |

**Objetivo:** A correção do fator de potência em Linhas de Transmissão é de vital importância para a qualidade da energia elétrica fornecida. Esta correção é realizada através da inserção de capacitores montados na forma de bancos. A falha de um ou mais capacitores, provoca o desligamento do banco todo, o que impede a correção do fator de potência. A identificação do capacitor com desvio de seus valores nominais (capacitância, Tangente Delta) envolve um exaustivo trabalho de desmontagem/desconexão de todo o banco para efetuar a medição isolada. Este procedimento implica na indisponibilidade do banco de capacitores num período de até várias semanas. Tendo em vista os problemas gerados pela falta do banco de capacitores e a demora para localização do capacitor danificado, o projeto é voltado para o desenvolvimento de um sistema de análise das características dos capacitores. A identificação rápida do elemento danificado, sem desmontá-los, permite imediata substituição, ou seja, redução de custos.

**Produtos Gerados:** O produto final será constituído por um sistema para medição de capacitância em banco de capacitores do Sistema Elétrico de Potência sem a necessidade de desmontá-lo. A parte de hardware será composta de circuito eletrônico capaz de gerar e controlar os sinais elétricos a serem injetados no capacitor, bem como de sistema digital para adquirir e tratar tais sinais de forma a apresentar os parâmetros necessários para o operador. O sistema de medição difere do que se dispõe pois o equipamento poderá injetar sinais com frequências variáveis, e o cálculo dos valores de impedância e de tangente delta serão de forma direta (não obstante o projeto pretende avaliar outras possibilidades como as pontes, disponíveis nos equipamentos de mercado: Sauty e Wheatstone). A injeção de sinais e medição direta permite a obtenção do desempenho do capacitor frente a situações como variação de frequência (harmônicas). Desta forma, também o projeto pretende inovar ao propiciar (ou ao menos avaliar) outras vias de pesquisa para se obter os valores. Também se pode destacar que o dispositivo pretendido terá sistema de alimentação com capacidade de realização de várias medições sem a necessidade de conexão elétrica com sistema de baixa tensão para recarga. Este sistema não está disponível no mercado, pois os equipamentos comercializados ou necessitam de alimentação alternada ou de pilhas que devem ser trocadas com pouco tempo de utilização. O mecanismo de armazenamento de dados também não existe nos dispositivos de mercado, e neste caso permitirá que o operador possa consultar um banco de dados para verificar se o capacitor já teve medições ao longo de sua vida útil, suscitando melhor a possibilidade de defeitos.

**Descrição Técnica Sucinta:** Concluído o projeto espera-se obter benefícios tanto relativo aos custos/falha como na própria qualidade do fornecimento de energia. Mais especificamente esperam-se os seguintes ganhos resultantes devido a prevenção de falhas: - Não pagamento de multa à ANEEL composta por parcela fixa e variável (função do tempo de indisponibilidade do banco); - Redução com gastos de homem-hora da equipe de manutenção; - Ganhos resultantes da compensação dos reativos por conta da disponibilidade do banco de capacitores; - Ganhos intangíveis como melhoria da imagem da empresa frente à ANEEL, consumidores e acionistas. Além disto, há que considerar os

impactos resultantes da continuidade de serviços do banco de capacitores, uma vez que a indisponibilidade de um banco de capacitores pode resultar perdas financeiras da ordem de até centenas de milhares de reais por ano

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649100232010 | Desenvolvimento de ligas resistentes à cavitação e novos procedimentos de reparo de trincas e regiões cavitadas de rotores de aço ASTM A743 CA6NM, para deposição por soldagem a plasma e MIG e aspersão térmica. | 56                | R\$ 2206892,41         |

**Objetivo:** Os resultados obtidos com as ligas desenvolvidas no Projeto Novos Materiais foram muito bons. Pode-se comparar o resultado ao de ligas inoxidáveis com Co, porém a um custo 50% inferior. Foram realizados diversos ensaios em campo, sendo que as inspeções após operação mostraram resultados promissores. Após 1500 horas do rotor Francis da UN4 de UHEGBM, foi verificado que o revestimento depositado na região superior da borda de saída ainda estava intacto. Outra inspeção realizada na UN3 mostrou que, após 9.000h de operação do rotor, os índices de desgaste por cavitação verificados na região da borda de saída eram bem inferiores nas pás que sofreram revestimento, quando comparadas com as mesmas regiões recuperadas por soldagem. Com estes excelentes resultados preliminares, motiva-se este novo projeto com possibilidade de resultados ainda melhores desenvolvendo-se e aplicando-se ligas específicas para os processos de aspersão térmica e soldagem selecionados.

**Produtos Gerados:** Desenvolvimento de Ligas metálicas super resistentes à cavitação para aplicação por processo de soldagem plasma, aspersão térmica a arco elétrico e HVOF (processo a alta velocidade) e procedimento de soldagem para recuperação de trincas em rotores de aço CA6NM por processo de soldagem plasma.

**Descrição Técnica Suscinta:** Os resultados e produtos obtidos através do projeto poderão ser aplicados na recuperação de turbinas hidráulicas que apresentam qualquer nível de defeito por cavitação ou visando à proteção por barreira das mesmas, evitando que haja desgaste desta turbina. Estes resultados e produtos permitem aumento no espaçamento entre manutenção das unidades geradoras, uma vez que com os resultados obtidos, espera-se menor nível de desgaste dos equipamentos e conseqüentemente diminuição dos custos de manutenção destas unidades geradoras. Estes resultados podem ser aplicados tanto na concessionária financiadora, como em todas as unidades geradoras que apresentam problemas. Pode-se com este projeto realizar processos de seleção de recuperação com maior eficiência, uma vez que ligas e parâmetros desenvolvidos serão testados em laboratório e também em testes em campo.

---

| Código ANEEL   | Título  | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|---|-------------------|------------------------|
| PD649102792012 | Aperfeiçoamento do processo de contratação da expansão do parque gerador. | 35                | R\$ 411834,61          |

**Objetivo:** Desde 2005 a expansão do parque gerador do Sistema Interligado Nacional (SIN) tem sido realizada basicamente a partir de leilões de energia. Os leilões foram inicialmente elaborados a partir de uma visão conceitual bastante simplificada em relação aos critérios para a escolha dos vencedores: as usinas seriam comparadas com base no custo de sua garantia física (R\$/MWh de garantia física), independentemente de sua localização, tipo ou de outras externalidades (por exemplo, capacidade de atender a demanda de ponta). No entanto, já no primeiro leilão foram introduzidas regras que separavam a demanda em "hídrica" e "térmica" e, a partir de então, foram criadas várias regras e critérios "ad hoc", tais como leilões específicos para determinados tipos de fontes de energia, e limites máximos para o Custo Variável Unitário (CVU) de usinas térmicas. Com isto, percebe-se a necessidade de metodologias e critérios que levem em conta, de forma integrada as diversas externalidades de cada fonte.

**Produtos Gerados:** Software que permitirá avaliar e comparar diferentes formas de incorporar as externalidades e atributos de cada fonte de geração nos leilões de energia nova.

**Descrição Técnica Suscinta:** As empresas cooperadas deste projeto são associadas da APINE, associação que teve participação relevante na concepção e no desenvolvimento do atual processo de contratação de energia através de leilões. As metodologias e critérios desenvolvidos neste projeto poderão servir de base para aprimoramento dos processos de licitação de expansão da geração a serem realizados no futuro, resultando em um aumento da oferta que leve em conta o atendimento a todos os objetivos apresentados da maneira mais eficiente possível. Para isso, serão propostas alterações na legislação e na regulamentação do Setor Elétrico Brasileiro. Além disso, elas servirão para comparar os resultados dos processos licitatórios com as expectativas que existiam antes de sua ocorrência. Durante o desenvolvimento do projeto será elaborado um plano de ações e um plano de comunicação com o objetivo de divulgar os resultados obtidos aos agentes e instituições do setor.

---

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PD649100192009 | Análise de estruturas de concreto de barragens, subestações e postes por tomografia computadorizada 2D e 3D. | 60                | R\$ 1750293,64         |

**Objetivo:** A metodologia atual de inspeção das estruturas de concreto não atende a alguns requisitos que visam a uma perspectiva histórica no conhecimento de parâmetros essenciais para seu bom funcionamento e, também, não contempla um banco de dados com registro gráfico dos ensaios. O processo utilizado na metodologia atual apresenta grande dispersão nos resultados dos ensaios e por ter natureza destrutiva, não permite a reutilização de uma amostra, muito menos seu armazenamento para futuros estudos. Há desvantagens também no custo dos ensaios atuais.

**Produtos Gerados:** Ferramenta computacional e equipamento tomográfico associados a uma metodologia analítica para a verificação de defeitos internos em estruturas tais como barragens, subestações e postes.

**Descrição Técnica Suscinta:** Os resultados deste projeto são aplicáveis em todas as segmentos do setor elétrico que utilizam artefatos de concreto, principalmente para a área de geração de energia hidroelétrica com o diagnóstico do concreto de barragens e na área de distribuição de energia com o diagnóstico do estado de degradação de postes e estruturas de concreto em subestações.

---

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PE006410242011 | Efeitos de Mudanças Climáticas no Regime Hidrológico de Bacias Hidrográficas e na Energia Assegurada de Aproveitamentos Hidrelétricos. | 34                | R\$ 521853,3           |

**Objetivo:** Os relatórios do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), que sintetizam os principais estudos globais sobre mudanças climáticas, indicam que as mudanças na composição química da atmosfera resultante da queima de combustíveis fósseis afetam o balanço de radiação solar alterando o equilíbrio energético do sistema climático terrestre. Estas alterações do equilíbrio energético do sistema climático terrestre modificam, por sua vez, os índices de precipitação e evaporação em nível regional. Em resposta a estas mudanças nas características de precipitação e evaporação, o comportamento hidrológico das grandes bacias hidrográficas do planeta será alterado, trazendo consigo severas implicações ao micro e macro ambiente que circundam o corpo hídrico. Quantificar essas possíveis alterações no ciclo hidrológico é fundamental para definição de medidas de mitigação nos estudos de planejamento dos usos da água.

**Produtos Gerados:** Modelos regionais calibrados de previsões climáticas e de cenários de usos da água e do solo associado às adaptações necessários aos modelos estocásticos.

**Descrição Técnica Suscinta:** A geração de energia elétrica no Brasil tem uma componente hídrica bastante considerável e sabe-se que toda a análise de investimento em geração como também em transmissão depende da análise de custo e benefício dos empreendimentos hidrelétricos. Mesmo os empreendimentos que não utilizam a água como insumo energético são sempre comparados com os empreendimentos hidrelétricos que vem balizando os preços da energia elétrica. A avaliação do comportamento das aflúncias aos reservatórios das centrais hidrelétricas existentes e futuras face as alterações climáticas é importante para as empresas de geração do setor elétrico brasileiro tanto na avaliação econômica de futuros empreendimentos listados nos leilões de energia nova como também na operação integrada das usinas existentes. Portanto, o produto deste projeto será bastante utilizado para nortear as ações dos agentes do setor com o intuito de minimizar o risco de déficit presente e futuro.

---

| Código ANEEL   | Título   | Prazo de Execução | Investimento Realizado |
|----------------|--|-------------------|------------------------|
| PE649101082009 | Otimização do despacho hidrotérmico através de algoritmos híbridos com computação de alto desempenho (CHAMADA ANEEL 1/2008 - LINHA 5 "Modelo de otimização do despacho hidrotérmico"). | 43                | R\$ 1509100,19         |

**Objetivo:** O planejamento da operação do SEB se baseia em uma cadeia de modelos, em cujo topo hierárquico se encontra o NEWAVE. Este utiliza a Programação Dinâmica Dual Estocástica (PDDE), que se baseia na técnica de decomposição de Benders e na hipótese simplificadora de reservatórios equivalentes. Essa abordagem caracteriza-se por enfatizar a incerteza das vazões futuras no médio/longo prazo. Deve-se ressaltar que as diretrizes do NEWAVE foram definidas quando o SEB era predominantemente estatal, com forte predominância hidrelétrica e com uma folga na geração que permitia acomodar as imprecisões causadas pela linearização, pela qualidade dos registros de vazões e pelas simplificações decorrentes da aplicação de sistemas equivalentes. Ainda há distorções provocadas pelo descolamento entre a parte produtiva e comercial no SEB e as intervenções realizadas fora do modelo para garantir o suprimento. Surge a necessidade de um modelo mais detalhado do SIN, com premissas adequadas à conjuntura atual.

**Produtos Gerados:** O produto final consiste em uma metodologia inovadora para a otimização do despacho hidrotérmico, baseada numa modelagem individualizada, não-linear, estocástica e que faz uso de algoritmos híbridos de otimização. Devido à complexidade, o modelo será desenvolvido para clusters de computadores.

**Descrição Técnica Suscinta:** O principal é a disponibilização de um modelo de otimização de despacho hidrotérmico baseado em um paradigma inovador, cuja concepção foi acompanhada de perto pelas concessionárias. Outro benefício não mensurável será a significativa capacitação do corpo técnico das concessionárias provinda da sua participação em um projeto amplo e participativo, com forte interação entre os ambientes empresarial e acadêmico. A relevância de novas abordagens ao planejamento da operação do SIN é evidente frente às limitações do atual paradigma. Esta é ainda ressaltada pela natureza estratégica do projeto de PeD. Para as concessionárias, os benefícios resultantes da sua participação são múltiplos.

---