

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Energia e
Automação Elétricas

ISSN 1413-2214

BT/PEA/0420

Modelo de Integração de Recursos
como Instrumento para um
Planejamento Energético Sustentável

André Luiz Veiga Gimenes
Lineu Belico dos Reis

São Paulo – 2004

14132214

O presente trabalho é um resumo da tese de doutorado apresentada por André Luiz Veiga Gimenes, sob orientação do Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis e co-orientação do Prof. Dr. Edgar Morales Udaeta: "Modelo de Integração de Recursos como Instrumento para um Planejamento Energético Sustentável", defendida em 28/05/2004, na EPUSP.

A íntegra da tese encontra-se à disposição com o autor e na biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Gimenes, André Luiz Veiga

Modelo de integração de recursos como instrumento para um planejamento energético sustentável / André Luiz Veiga Gimenes, Lineu Belico dos Reis, Edgar Morales Udaeta -- São Paulo : EPUSP, 2004.

12 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas ; BT/PEA/0420)

1. Planejamento energético I. Reis, Lineu Belico dos II. Udaeta, Edgar Morales III. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas IV. Título V. Série

ISSN 1413-2214

CDD 333.79

MODELO DE INTEGRAÇÃO DE RECURSOS COMO INSTRUMENTO PARA UM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

Autor: André Luiz Veiga Gimenes

Orientador: Lineu Belico dos Reis

Co-orientador: Miguel Edgar Morales Udaeta

RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo de Integração de Recursos como instrumento metodológico para um Planejamento Energético Sustentável, neste caso, o Planejamento Integrado de Recursos - PIR.

Nele, os aspectos econômico, social e ambiental da disponibilização de energia são tratados de forma integrada e a priori, diferentemente do processo tradicional de planejamento, onde estes são elementos anexos, considerados como impactos a serem gerenciados a posteriori.

Neste contexto este trabalho propõe como elementos do planejamento energético integrado:

- ♦ Conhecimento abrangente da localidade a ser atendida ou afetada pela alternativa energética
- ♦ Participação ampla da sociedade
- ♦ Consideração de todas as possibilidades tecnológicas e energéticas segundo uma caracterização Técnica, Econômica, Social e Ambiental das mesmas
- ♦ Avaliação e classificação das alternativas energéticas a partir das dimensões técnica, econômica, social e ambiental, através da Análise de Custos Completos
- ♦ Busca do menor *custo completo*
- ♦ Processo Iterativo onde decisões de um momento afetam as escolhas do momento seguinte

Estes elementos, por si só já representam uma expansão das áreas de ação de aspectos usualmente considerados no Planejamento Integrado de Recursos - PIR. Além disso, introduzem enfoques integrados e inovações de grande impacto para um Planejamento Energético Sustentável, como é demonstrado do Estudo de Caso para uma pequena comunidade na região amazônica.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo principal desta tese é a proposição de uma metodologia de planejamento energético baseada na Integração de Recursos. Esta metodologia é proposta com vistas à sua inserção no arcabouço metodológico do Planejamento Integrado de Recursos - PIR, com vistas a expandir e aperfeiçoar os processos para estudo da disponibilização da energia sob aspectos que vão além das considerações de ordem técnico-econômica.

Este cenário expandido de planejamento incorpora, desde o início, os aspectos sociais, ambientais e a relação da energia com a infra-estrutura, bem como seus possíveis efeitos no desenvolvimento local ou regional.

Através desta abordagem, a energia é enfocada como meio de prover a satisfação dos serviços energéticos e alavancar o alcance de metas de desenvolvimento social e ambiental, desde que garantida, concomitantemente, a sustentabilidade econômica dos investimentos em energia elétrica e, quando pertinente, em infra-estrutura.

O modelo de Integração de Recursos, elaborado nesta tese, surge como parte do esforço de ampliação e consolidação da metodologia do Planejamento Integrado de Recursos, procurando considerar integradamente as dimensões econômicas, sociais e ambientais da disponibilização de energia.

1.1 O Desenvolvimento Sustentável como Balizador da Provisão de Energia

O principal balizador do trabalho desenvolvido é o modelo de desenvolvimento dito sustentável, entendido, simplificada, como aquele que procura, de forma equilibrada, o melhor termo entre os aspectos econômico, ambiental e social na provisão da energia e infra-estrutura.

Dessa forma, abordagens que priorizem qualquer um destes aspectos em detrimento dos outros serão, dentro do possível, descartadas.

1.2 Necessidade de uma Visão Integrada

A busca do equilíbrio dos aspectos econômico, social e ambiental remete à necessidade de uma metodologia que os considere de forma paralela e integrada, e não de forma seqüencial, como ocorre usualmente. No processo de planejamento tradicional, procede-se a uma avaliação técnico-econômica das alternativas. Uma vez satisfeito o critério

técnico-econômico, são avaliados seus impactos no meio sócio-ambiental. Tradicionalmente, estes estudos só adquirem maior profundidade através de Estudos de Impacto Ambiental – EIA, onde são propostas alternativas tecnológicas e meios de mitigação e ou compensação de impactos ambientais e sociais, porém estes se referem à implantação dos empreendimentos, ou seja, uma vez já terminado o processo de planejamento.

O processo aqui proposto considera estes aspectos de forma integrada e não seqüencial, podendo resultar em que alternativas consideradas melhores possam ter avaliações gerais menos favoráveis, em vista de seus desempenhos no campo social e ambiental. Com esta abordagem, é possível conhecer-se, de maneira prévia, as vantagens e riscos associados a cada alternativa energética e, dessa forma, gerenciar previamente os benefícios e ou impactos negativos de sua inserção (ou não) na localidade a ser assistida.

Além disso, o modelo de Integração de Recursos insere as questões sociais e econômicas da provisão de energia de forma iterativa, de maneira que o passo anterior e suas conseqüências afetem o passo seguinte e assim por diante, seguindo um número conveniente de intervalos de discretização do período de planejamento desejado.

Qualquer que seja a solução adotada, a aplicação do modelo, como parte de um processo do Planejamento Integrado de Recursos, fornece um melhor embasamento ao tomador de decisão, ampliando o espectro de variáveis que dão suporte à tomada de decisão.

2 O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NA PROVISÃO SUSTENTÁVEL DE ENERGIA

2.1 Introdução

A provisão de energia elétrica implica em diversos impactos no meio ambiental e sócio-econômico, seja pela forma de sua disponibilização, seja pela sua carência.

O planejamento tradicional tem-se focado na provisão de energia através de métodos e técnicas de previsão de carga e sua relação com a oferta. O objetivo de tais análises é, grosso modo, a verificação das quantidades necessárias do energético, a identificação das alternativas tecnicamente viáveis para seu suprimento e a busca da alternativa que apresente o melhor custo efetivo de implantação e operação. Nesta abordagem, os impactos nos meios ambiental e social são tratados de forma anexa e com menor grau de profundidade que as questões técnicas e econômicas, conforme mencionado anteriormente.

Dessa forma, da mesma maneira que os problemas e impactos das alternativas analisadas no processo de planejamento não entram como ponderadores na escolha da melhor alternativa, oportunidades sociais e ambientais destas mesmas alternativas são perdidas, e corre-se, com isso, o risco de se levar adiante alternativas que, de fato, não são as melhores. Este tipo de abordagem tem trazido sérios problemas para a disponibilização de energia, pois não se adapta à uma sociedade civil organizada e participativa, com capacidade para exigir um desempenho ambiental e social satisfatório dos empreendimentos de qualquer natureza.

A proposta de Integração de Recursos, como parte do Planejamento Integrado de Recursos é de, diferentemente do planejamento tradicional, incorporar as dimensões social e ambiental na seleção e avaliação de alternativas energéticas durante o processo de planejamento, minimizando a ocorrência de situações desta natureza.

Espera-se, dessa forma, proceder-se a uma escolha de alternativas que minimize os seus respectivos *custos completos* e conduza a uma solução final mais equilibrada em termos econômicos, sociais e ambientais. O modelo sugerido apresenta abertura suficiente para incluir, sem maiores dificuldades, como parte desse processo, a vertente política das alternativas, a qual, se incluída na análise, irá melhorar a aceitabilidade dos projetos escolhidos.

A seguir, tem-se a descrição do estado da arte do PIR com ênfase aos desenvolvimentos procedidos pelo Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – GEPEA que vem ampliando e aprimorando a metodologia do PIR. Neste sentido, esta tese representa parte importante da ampliação e consolidação metodológica do PIR, por incorporar a este esforço um modelo de integração de recursos previsto na metodologia base mas até agora inexistente.

2.2 Planejamento Integrado de Recursos – PIR

2.2.1 *Desenvolvimentos Recentes do Planejamento Integrado de Recursos - PIR*

O Planejamento Integrado de Recursos é uma metodologia de planejamento energético que procura analisar as fontes energéticas e suas respectivas viabilidades de implantação segundo uma visão integrada e mais abrangente que a preconizada pelo planejamento tradicional. Inicialmente, seu objetivo principal era o de inserir a consideração dos recursos de demanda no mesmo grau de importância dos recursos de oferta. Neste contexto, surgiu e evoluiu o Gerenciamento do Lado da Demanda – GLD, hoje já bastante conhecido no setor elétrico. No entanto, a realidade do setor energético, cada vez mais voltado ao mercado, e à ênfase nos ganhos empresariais se mostrou diferente das previsões iniciais e, neste contexto, diversos programas de GLD se mostraram de pouca atratividade econômica para o investidor privado. Como o PIR tinha como linha mestra a inserção dos recursos de demanda, e muitos destes vinham se

mostrando de viabilidade duvidosa, esta metodologia caiu em descrédito na segunda metade dos anos 90, período no qual a metodologia do PIR passou por um processo de reformulação bastante disperso, segundo diversos países e instituições. Neste processo, segundo cada intervenção e as necessidades específicas de cada agente, foram introduzidas questões ambientais, de participação da sociedade, de busca de menor custo, de eliminação de fontes fósseis etc., porém, sem que houvesse uma busca de uma metodologia única. Além disso, grande parte das metodologias foi desenvolvida por empresas privadas, que atuam em mercados competitivos e, por esta razão, não as disponibilizam para consulta.

Estes fatos apontam para a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de PIR aberta à consulta e adaptada a condições menos específicas de aplicação, atendendo, dessa maneira, às necessidades de planejamento brasileiras, com mercados plenamente consolidados e, ao mesmo tempo, com milhões de cidadãos à margem dos mesmos.

A partir daqui, para facilitar o desenvolvimento do texto, ao referir-se a PIR, está-se mencionando a metodologia desenvolvida no âmbito do GEPEA, que será descrita a seguir.

2.2.2 Descrição do PIR

Como premissas principais para o desenvolvimento do PIR, ressalta-se a busca do desenvolvimento sustentável, avaliando-se os benefícios e impactos de ordem econômica, social e ambiental decorrentes da provisão (ou não) de energia. Além da consideração destes aspectos, levou-se em consideração a necessidade da participação da sociedade no processo.

Sendo assim, pode-se identificar como elementos principais desta metodologia:

- ♦ **Caráter participativo da sociedade:** O principal elemento que distancia o PIR do planejamento tradicional é justamente a consideração dos chamados Interessados-Envolvidos (In_En). Através da participação destes, busca-se a solução de diversos problemas de ordem social e ambiental relacionados à provisão de energia. Os interessados envolvidos, discutidos adiante, compreendem todos aqueles que se interessem, sejam beneficiários ou afetados pelos desdobramentos do processo de planejamento energético;
- ♦ **Atendimento da demanda a menor custo completo:** Por *custo completo* entende-se o somatório de custos ambientais, sociais e econômicos de cada alternativa energética, lembrando que o PIR considera todas as alternativas possíveis para uma região;
- ♦ Os recursos de demanda continuam entrando na análise com o mesmo peso que os recursos de oferta, sem que este seja o único diferencial da metodologia do PIR em relação à tradicional.

A premissa de atender ao cenário atual do setor elétrico se baseia na nova realidade, nem sempre aceita pelos próprios agentes, em que este setor encontra-se inserido: de restrições ambientais severas, com participação ativa da sociedade e de necessidade de melhoria dos níveis sociais brasileiros, inclusive como forma de amenizar as pressões ambientais e viabilizar soluções de maior custo econômico, mas de grandes benefícios sociais e ambientais.

Diante desta realidade, análises voltadas à busca do menor custo, baseadas apenas em metodologias de análise de viabilidade econômica, por mais sofisticadas que sejam, não atendem à necessidade que o investidor tem de decidir ou não por determinada alternativa, seja ele privado ou público. São inúmeros os exemplos recentes, inclusive no Brasil, de empreendimentos inviáveis, a despeito de análises de viabilidade financeira favoráveis. Oposição de setores mobilizados da sociedade, entidades de classe, ONGs e outros, sejam por motivos de preservação ambiental, saúde pública, ou apenas questões políticas, criaram cenários de inviabilidade para diversos empreendimentos. Estes elementos não podem mais deixar de ser considerados na provisão de energia, nem podem ser abordados como problemas de gerenciamento posterior à escolha e implantação dos empreendimentos energéticos, sob risco de perdas substanciais de tempo e capital.

A proposta atual do PIR é de fornecer uma alternativa que tenha sido elaborada com a participação ampla da sociedade e possua mapeados os impactos, benefícios e riscos das diversas alternativas energéticas de determinada localidade ou região. Este mapeamento oferece a todos, com destaque ao investidor, uma visão clara de benefícios e impactos de cada alternativa, permitindo uma avaliação mais clara de riscos e oportunidades em cada região em cada momento considerado (curto, médio e longo prazos).

Neste sentido, reforça-se a importância da premissa metodológica do PIR de inserção de todos os Interessados-Envolvidos. Em um processo de planejamento tradicional, a questão local de diferenciação entre benefícios e impactos desaparece em meio à satisfação de critérios puramente técnicos e econômicos e seus respectivos impactos.

No PIR, ao se introduzir a participação dos In_En, problemas desta natureza ficam evidenciados, pois aqueles que arcarão com os impactos afetarão a avaliação das opções energéticas disponíveis e, conseqüentemente, influenciarão o *custo completo* das mesmas.

Dessa forma, o PIR vai além da abordagem tradicional de planejamento na medida em que:

- ♦ Avalia *todas* as opções de oferta e demanda;

- ♦ Considera como menor custo o mix de impactos sociais, ambientais e econômicos (positivos, negativos e neutros), sem, no entanto, invalidar a aplicação de metodologias consolidadas de avaliação econômica e de risco;
- ♦ Tem caráter participativo;
- ♦ Oferece um plano ajustado às demandas e possibilidades de âmbito regional, consideradas em um espectro abrangente e que é capaz de se adaptar às incertezas e ajustes que respondam a modificações de circunstâncias ao longo do tempo.

A seguir, para pronta referência e orientação de raciocínio, é apresentado um resumo da metodologia do PIR.

2.2.3 Metodologia do PIR

No processo de desenvolvimento do PIR, são integrados diversos elementos, tais como:

- ♦ Recursos de *Oferta e Demanda*;
- ♦ Aspectos *Sociais, Ambientais e Econômicos* na avaliação de tais recursos;
- ♦ *As questões locacionais e temporais*; Todos os Interessados-Envolvidos.

Finalmente, ressalta-se que as metodologias que consideram a provisão de energia, com vistas ao desenvolvimento sustentável, são várias e se encontram em constante desenvolvimento.

O modelo de Integração de Recursos aqui proposto é parte deste processo e insere-se como expansão e inovação na metodologia de PIR aqui apresentada.

Ademais, ressalta-se que a falta de planejamento com visão integrada tem sido um dos pontos críticos da provisão de energia, em especial a elétrica, implicando em impactos de ordem ambiental e social diversos, seja por implementação de infra-estruturas mal planejadas, seja pela não implantação de outras extremamente necessárias.

Neste contexto, pretende-se contribuir com um modelo passível de aplicação e que colabore no desenvolvimento de abordagens voltadas para minimização de tais problemas.

3 A INTEGRAÇÃO DE RECURSOS

4.1 Introdução

O Planejamento Integrado de Recursos é composto de diversas etapas, sendo a Integração de Recursos de fundamental importância, pois é nela que serão identificadas e tratadas como elementos efetivos de planejamento as dimensões econômica, social e ambiental da disponibilização de energia, a participação da sociedade, representada pelos chamados Interessados-Envolvidos e a consideração dos recursos de demanda. No entanto, embora já prevista na metodologia básica do PIR, esta etapa não havia sido realizada até então.

Neste sentido, a presente tese tem como principal contribuição preencher esta lacuna metodológica do Planejamento Integrado de Recursos, propondo um modelo de integração de recursos que considera os elementos citados anteriormente.

O objetivo deste modelo é fornecer os recursos avaliados e classificados já distribuídos ao longo do tempo, dentro do horizonte de planejamento desejado. Esta distribuição temporal e quantitativa dos recursos energéticos é o que se chama de Plano Preferencial que, em resumo, é o produto de um processo de PIR como suporte ao processo de tomada de decisão.

Em termos de resultados, espera-se fornecer ao tomador de decisão, subsídios para uma disponibilização de energia com o menor custo completo, ou seja, custo que considera, de forma equilibrada, as vertentes social, ambiental e social das alternativas energéticas.

Obviamente, uma proposta desta natureza requer experimentação para burilamento do modelo, no entanto, a realidade do setor elétrico, de altos custos e convivência com riscos provenientes de externalidades sociais e ambientais, justifica iniciar-se o empreendimento de tal esforço.

Outro aspecto é que, muitas vezes, a consideração das externalidades implica na utilização de parâmetros e critérios fundamentalmente subjetivos. Se por um lado esta subjetividade não é desejável em um processo de planejamento que trata de elementos quantitativos, por outro ela traz a tona o risco envolvido neste mesmo processo. Quanto maior o grau de subjetividade a que determinada opção de planejamento estiver submetida, maior o risco envolvido em sua implementação, uma vez que a maioria dos Interessados-Envolvidos afetados pelo processo de planejamento são não-técnicos e avaliarão a situação subjetivamente. Dessa forma, ao trazer a subjetividade envolvida na avaliação de alternativas energéticas para o âmbito do processo de planejamento, principalmente através da Análise Custos

Completos - ACC, o processo do PIR tende a explicitar, de maneira prévia, as dificuldades ou oportunidades associadas ao conjunto Localidade/Interessados-Envolvidos/Recurso_Energético.

4.2 Modelo de Integração

3.2.1 Descrição

O modelo de Integração, para que se preste ao desenvolvimento de um planejamento com as características do PIR, deverá, conforme mencionado, contemplar as vertentes básicas do desenvolvimento sustentável, de forma equilibrada e simultânea.

Dessa maneira, sua consecução envolverá a consideração dos aspectos Econômicos, Sociais e Ambientais da disponibilização de energia, todos os Interessados-Envolvidos e a consideração dos recursos de demanda.

Estas considerações envolvem dados e aspectos de natureza diversa e, por isso, foram agrupados em etapas conforme sua afinidade.

O processo de Integração de Recursos aqui proposto pode ser descrito segundo 9 (nove) etapas principais:

Etapla 1: Mapeamento Regional, onde são levantados os dados sociais, econômicos, ambientais e de infra-estrutura da região de estudo. Também são identificados e alistados aspectos dos usos múltiplos dos recursos naturais.

O objetivo principal desta etapa é possibilitar a identificação de potencialidades e limitações relativas ao planejamento energético de determinada localidade.

Etapla 2: Determinação de Recursos e Demandas Regionais, no qual são levantados e sistematizados dados referentes a todo tipo de demanda regional que possa influenciar o processo de planejamento energético e de desenvolvimento regional. Para tanto, são utilizadas técnicas já consolidadas de previsão da demanda.

Na Etapa 2 os recursos energéticos, tanto de oferta como de demanda, serão caracterizados segundo seus aspectos técnicos e de impactos sociais e ambientais.

O objetivo desta etapa é quantificar potenciais e sua disponibilidade, bem como seu acesso pelos Interessados-Envolvidos - In_En. Dessa forma, pode-se verificar a distribuição de recursos, as demandas reprimidas e a capacidade que a região tem de supri-las. As demandas deverão ser caracterizadas em função de seu crescimento percentual anual, percentual de cobertura do mercado, custo atual e futuro, dentre outros.

Além de mostrar os recursos presentes na região, nesta etapa é necessário que se proceda a uma caracterização técnica completa dos recursos disponíveis.

Essa caracterização se dará em função dos recursos naturais demandados pelas tecnologias de utilização dos recursos energéticos, ou seja, pela demanda ambiental e social de cada tecnologia de geração, ditadas por características técnicas e pelas energias primárias e infra-estrutura que cada uma demande.

Os valores das características técnicas dos recursos disponíveis, bem como das demandas calculadas, vão determinar, em etapa posterior, a alocação temporal destes na composição do plano preferencial.

Dessa forma, ter-se-á, ao final da Etapa 2 uma quantificação das demandas usual e reprimida e também uma caracterização detalhada dos recursos energéticos possíveis para a região.

Etapla 3: Participação dos Interessados-Envolvidos - In_En, que envolve a aplicação de metodologias para levantamento e participação dos Interessados-Envolvidos no processo de planejamento.

A Etapa 3 busca modelar, sob mais de um processo, a participação dos Interessados-Envolvidos - In_En e a concomitante identificação preliminar das funções multiobjetivo que estes demandem.

Os processos para inserção dos In_En podem ser audiências públicas, workshops conduzidos por especialistas e lideranças locais, questionários de opinião, pesquisas de campo etc..

Seja qual for o método escolhido, este deverá contemplar o levantamento de necessidades e anseios dos In_En (locais ou não), bem como o custo completo que estes estão dispostos a assumir para ter energia. Obviamente, esta não é uma tarefa simples e, ao longo do processo de planejamento, uma abordagem possível é de realização de diversas etapas de participação dos In_En. Inicialmente, é interessante levantar-se os objetivos e necessidades para o horizonte de planejamento pretendido.

É nesta etapa também que se identificam opiniões de especialistas com conhecimento local, além dos demais In_En, para composição das valorações a serem utilizadas na Análise de Custos Completos.

A partir deste levantamento, as necessidades e demandas pertinentes levantadas anteriormente serão agregadas e comporão o que foi aqui chamado de Funções Multiobjetivo - FMO. Serão levadas em consideração aquelas que, segundo uma curva normal ou outro tratamento estratégico mais apropriado, representarem a maioria mais efetiva das necessidades identificadas junto aos In_En.

Como resultado desta etapa, ter-se-á a identificação de metas e objetivos dos In_En, bem como parâmetros balizadores da ACC - Análise dos Custos Completos.

Etapa 4: Determinação de Critérios e Elementos de Análise, que envolverá a identificação das Funções Multiobjetivo - FMO mais importantes e seu tratamento para inserção como elemento de análise do processo de planejamento. Além de identificar as FMO iniciais, esta etapa envolve a identificação da “evolução” destas FMO ao longo do tempo, através da repetição da Etapa 3, quando necessário.

Na Etapa 3, os dados referentes aos objetivos são de natureza subjetiva e descritiva. No entanto, para que possam tomar parte em um processo sistematizado de planejamento, essa subjetividade deve ser restringida e os objetivos modelados de forma a se tornarem parâmetros efetivos do processo.

Dessa maneira, na Etapa 4, as Funções Multiobjetivo - FMO coletadas na Etapa 3 são analisadas e tratadas de forma a se estabelecer elementos objetivos de análise. Esta etapa envolve a complexidade de se extrair das FMO, de caráter lingüístico, critérios, restrições e parâmetros concretos de análise. Ressalta-se no entanto que, atualmente, dispõe-se de uma grande quantidade de métodos e ferramentas computacionais para tratamento de variáveis com estas características.

Inicialmente, determinadas funções serão de caracterização evidente, como a demanda energética em sua multiplicidade, como Demanda usual e Demanda reprimida

No entanto, funções menos objetivas, como preservação de mata virgem, fomento ao ecoturismo etc., vão requerer do analista um maior grau de esforço para sua caracterização, mas este poderá se referir aos parâmetros de mapeamento regional para composição de variáveis concretas de análise.

A determinação das Funções Multiobjetivo - FMO traz consigo, dentre outros, a consideração temporal e econômica do plano desejado. A consideração destes elementos representa um fator complicador do processo, pois deve trazer elementos que permitam dizer a ordem em que os recursos energéticos devem ser alocados ao longo do horizonte de planejamento.

Dessa forma, como resultado desta etapa, serão levantados e apresentados critérios e restrições para escolha de recursos no atendimento às Funções Multiobjetivo - FMO. Além deste, outro resultado importante refere-se a percepção da importância relativa que os Interessados-Envolvidos atribuem aos atributos econômico, social e ambiental que serão considerados na ACC, conforme descrição da Etapa 5. Através da sistematização dos dados coletados junto aos In_En pode-se melhor valorar os elementos de análise considerados na ACC. Estes valores relativos deverão ser definidos em primeira instância e reajustados em momentos posteriores do planejamento, conforme se entenda necessário.

Dessa maneira, como resultado da Etapa 4 ter-se-á a caracterização das Funções Multiobjetivo em cada intervalo considerado e a determinação de parâmetros para realização da ACC.

Etapa 5: Análise de Custos Completos - ACC, que envolve a aplicação da metodologia de ACC. Como resultado desta etapa, ter-se-á uma classificação dos recursos energéticos disponíveis na região segundo os critérios econômico, social e ambiental, compostos de diversos elementos de análise, conforme o grau de refinamento que se queira, mas sempre refletindo a opinião dos Interessados-Envolvidos do processo.

A Etapa 5 está baseada na aplicação da metodologia da análise de custos completos - ACC. Esta metodologia vem sendo desenvolvida no âmbito do GEPEA e para seu detalhamento remete-se a [Ref. 3 e 4].

Como saída deste processo, ter-se-á a classificação dos recursos energéticos segundo uma visão integrada das dimensões econômica, social e ambiental de cada um.

Através da ACC tem-se uma visão ampliada dos custos de cada alternativa possível para região, sendo que, os recursos melhores classificados são, conseqüentemente, os que apresentam melhores desempenhos simultâneos das dimensões econômica, social e ambiental.

Ao final, os recursos estarão classificados segundo uma pontuação média final.

De acordo com a metodologia proposta, os recursos serão classificados pela ACC a cada iteração do processo de planejamento segundo a discretização temporal adotada.

Considerações sobre a Metodologia da Análise de Custos Completos

Um processo de aplicação da ACC bem procedido pode ser um balizador de empreendimentos, analogamente ao que é hoje a Taxa Interna de Retorno - TIR. Isto porque, com a experiência, as assunções que se faz na ACC podem adquirir o mesmo grau de confiabilidade de assunções de taxas de juro e inflação futuras utilizadas em uma análise de TIR.

Através da ACC, os elementos subjetivos podem ser identificados e tratados como parte do processo de decisão, quando ele ainda apresenta menor custo, principalmente se comparado ao que é necessário à realização de um EIA/RIMA completo. Um fator de extrema importância na ACC é maneira e critérios com que as notas de cada *elemento de análise* são atribuídas a cada recurso energético.

Em um primeiro momento pode parecer algo restrito à opinião e conhecimentos do especialista, mas, em um caso real, é do interesse do próprio tomador de decisão que estas notas, embora atribuídas por um especialista, reflitam a opinião dos Interessados-Envolvidos, como maneira de garantir, com maior grau de fidelidade, a explicitação de restrições e oportunidades locais.

Dessa forma, a identificação de elementos contraditórios (como anseio por energia versus preservação ambiental irrestrita) abre a possibilidade de que estes elementos sejam trabalhados junto à população, de forma a melhorar a aceitabilidade do plano, o que, certamente, facilitará a implementação do mesmo.

Qualquer que seja o caso, a ACC se presta, de forma efetiva, à aplicação de uma metodologia com vistas ao desenvolvimento sustentável, por propiciar o tratamento de elementos que, tradicionalmente, não tomam parte no planejamento energético.

De posse da lista de recursos classificados, passa-se à Etapa 6.

Etapa 6: Alocação Temporal de Recursos para o Plano Preferencial, que envolve a busca, dentre os recursos classificados na ACC e segundo condicionantes identificados na Etapa 4, do melhor mix de recursos em cada intervalo de discretização do período de planejamento.

Após a classificação dos recursos energéticos segundo a ACC, é necessário que se proceda a etapa que caracterizará o Plano Preferencial de Recursos do PIR. Nesta etapa é necessário que os recursos sejam alocados convenientemente ao longo do tempo e em montantes adequados de capacidade instalada e energia gerada.

Assim sendo, na Etapa 6, os critérios e restrições identificados na Etapa 4, juntamente com a classificação de recursos serão modelados em um processo de escolha e alocação temporal de um mix de recursos energéticos para atendimento das Funções Multiobjetivo - FMO do problema.

A este mix dar-se-á o nome de Plano Preferencial do momento 1.

Vê-se claramente que esta é uma etapa de complexidade razoável, uma vez que o número de objetivos e restrições é bastante elevado. No entanto, existem disponíveis diversas ferramentas já consolidadas para tratar problemas como estes, com multiobjetivos e diversas restrições. Dentre elas pode-se citar: Programação em Lógica FUZZY, Algoritmos Genéticos, Redes Neurais, AHP- Análise Hierárquica de Processos etc..

Como resultado desta etapa ter-se-á o Plano Preferencial do momento considerado (i).

Etapa 7: Composição de Cenários, se compõe da realização de estudos de cenários para o Plano Preferencial do momento (i) realizado na Etapa 6.

Após a composição do Plano preferencial, é preciso que se verifique sua consistência e adequação ao longo do horizonte de planejamento.

Para isso, na Etapa 7 o plano preferencial gerado na Etapa 6 será analisado segundo sua consistência temporal no atendimento da demanda, das restrições ambientais e dos recursos naturais. Para este fim, já se dispõem, de diversas ferramentas para análise de cenários energéticos, como exemplo, pode-se citar o LEAP – Long Range Energy Analysis System.

Através destas ferramentas pode-se, para planejamentos complexos, modelar demandas, ofertas, impactos ambientais e custos resultantes do planejamento proposto.

Como saída deste processo serão apresentadas as condições ambientais e energéticas futuras, para o período $i+1$, após a aplicação do plano do momento (i).

A verificação de inconsistências deverá realimentar o processo para readequação de possíveis restrições e/ou parâmetros não identificados anteriormente.

Como resultado da Etapa 7 ter-se-ão as condições energéticas e ambientais para o momento $i+1$. Estes dados serão utilizados para atualizar uma nova iteração do processo.

Etapa 8: Análise Socioeconômica do Plano, que se refere a análises suplementares às realizadas na Etapa 7, de forma a abranger a consideração da dinâmica socioeconômica do plano.

A Etapa 8 terá como saída um novo conjunto de dados e socioeconômicos regionais, que alimentarão a Etapa 9.

Etapa 9: Iterações, nesta etapa serão analisados os aspectos mais relevantes a serem considerados no processo iterativo de composição do Plano Preferencial. Nela também serão explicitadas as premissas adotadas para este processo.

O Plano Preferencial Final será composto dos n Planos Preferenciais resultantes da Etapa 6 em suas sucessivas iterações definidas na Etapa 9. Em cada iteração ocorrerá a criação de um plano para o momento considerado, resultado de um "corte vertical" no período de planejamento, conferindo maior profundidade ao método. Em suma, para cada corte haverá uma condição regional específica, um conjunto de Funções Multiobjetivo, uma classificação de recursos pela

ACC e um plano preferencial. As Etapas 7 e 8 qualificarão os resultados possíveis da aplicação deste Plano Preferencial e, através da prospecção de cenários e análises do processo iterativo, alimentarão o início do processo.

A conclusão da Etapa 9 realimentará o mapeamento regional com a nova condição pós-implantação do plano preferencial do momento (i). Com estas novas condições, o processo pode ser realimentado para composição do plano preferencial do momento (i+1) e assim sucessivamente, até que se cubra o horizonte de planejamento previsto. Dessa maneira, pode-se, já na consideração do momento (i+1), identificar os efeitos econômicos e socioambientais das alternativas escolhidas no momento (i). Acredita-se que, dessa maneira, a possibilidade de erros no Plano Preferencial seja reduzida, uma vez que as opções do plano vão sendo corrigidas em função dos impactos que ele próprio venha a causar.

Esse processo de realimentação visa garantir um grau de compatibilidade das opções escolhidas em cada momento com o plano inicial de longo prazo, que tem a pretensão de ser sustentável.

Dessa forma, as opções que impliquem em grandes impactos limitarão a continuidade desta política nos passos subsequentes do plano.

Esse processo difere essencialmente do processo tradicional de planejamento uma vez que a alteração das condições ambientais e sociais das opções energéticas consideradas é computada em intervalos menores que o horizonte de planejamento e, dessa forma, alteram os parâmetros e possibilidades de escolha de alternativas na próxima iteração.

A seguir, na Figura 3.1, tem-se um diagrama simplificado do processo seguido de um melhor detalhamento do escopo de cada Etapa.

Os blocos do diagrama representam etapas distintas, compostas por entradas-processos-saídas, de forma a caracterizar o aspecto tratado e o processo pelo qual isso é feito em cada etapa.

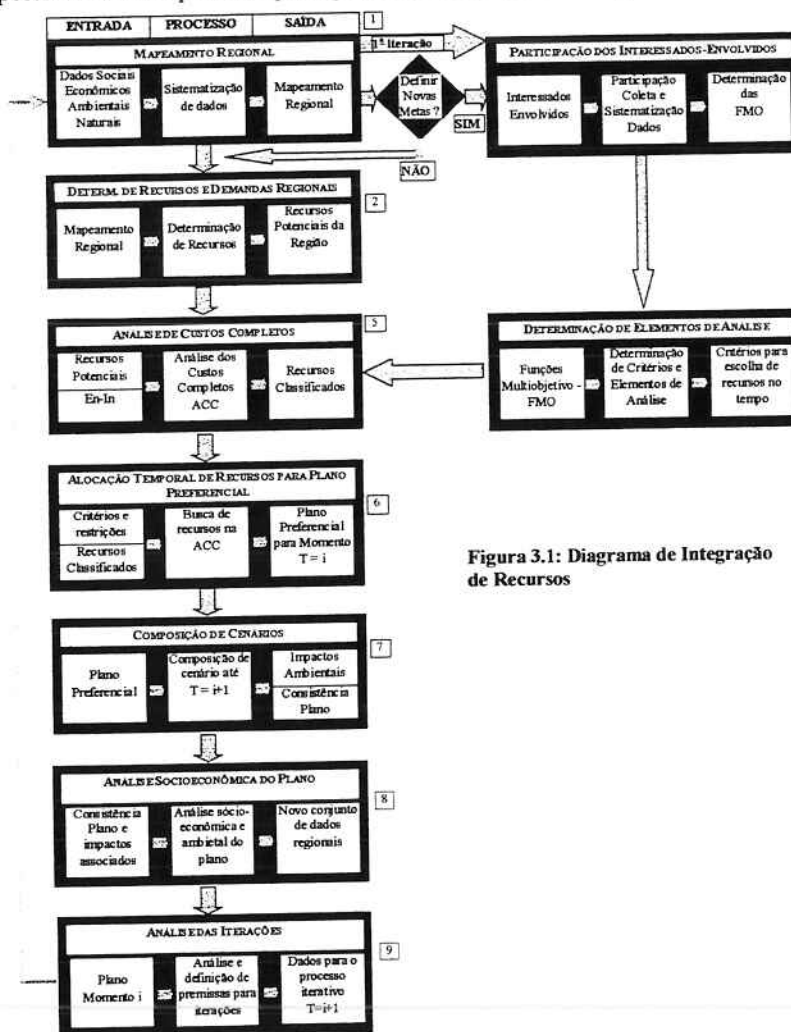


Figura 3.1: Diagrama de Integração de Recursos

O inter-relacionamento das etapas compõe o processo de integração, sendo que estas, segundo sua natureza, se relacionam de maneiras e por ferramentas distintas.

Os recursos apresentados como melhores nos momentos determinados segundo a discretização temporal adotada comporão o plano preferencial final, que é, em resumo, o resultado final do processo de PIR.

3.3 Considerações sobre a Integração de Recursos

Como pode ser visto, o método aqui proposto é um primeiro passo na busca da Integração de Recursos no contexto de um planejamento energético com vistas ao desenvolvimento sustentável, neste caso, o Planejamento Integrado de Recursos.

A grande gama de ferramentas computacionais e metodológicas existentes atualmente é um fator facilitador da implementação de abordagens mais abrangentes como a aqui proposta, permitindo o tratamento de grande massa de dados e informações de maneira rápida e eficiente.

Embora seja evidente o esforço inicial de se empreender um processo de planejamento como este, vê-se que sua

aplicação continuada permitiria a redução deste esforço, por compor uma base de dados e de ferramentas básicas, a partir dos quais o processo pode ser ajustado e repetido para novas condições, mediante pequenas alterações.

Em termos de custos, ressalta-se que o modelo busca o menor custo completo a cada momento, o quê, não necessariamente conduz aos menores custos econômico, social e ambiental possíveis. Conduz sim, ao que seria o caminho de maior aceitabilidade conjunta de todos os Interessados-Envolvidos, sem que os interesses de alguns destes suplantem os dos demais, segundo um equilíbrio das dimensões consideradas. Embora esta abordagem possa, eventualmente, conduzir a uma situação em que os Interessados-Envolvidos estejam plenamente satisfeitos, isto não ocorrerá na maioria dos casos. Neste sentido, o modelo proposto faz um balanço entre as satisfações e frustrações discutidas nas reuniões dos In_En, reduzindo o choque de interesses e aumentando a aceitabilidade do plano.

Este é um dos fatores de equilíbrio pretendidos pelo PIR, o de satisfação da maioria de interesses dos envolvidos, mediante uma abordagem factível de disponibilização energética.

Finalmente, a Integração de Recursos foi aplicada a uma região de características diferenciadas do usual, que requer um processo de planejamento diferenciado, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Introdução

A título de exemplificação, experimentação e aperfeiçoamento do modelo apresentado, o mesmo foi aplicado a um estudo de caso baseado em dados reais da região do Mamirauá, no estado do Amazonas. Para dar maior solidez aos estudos em questão, foi realizada uma visita técnica a região em estudo, financiada pelo Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Em 1996 o governo do Amazonas criou a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá RDSM. O Setor Mamirauá é um dos nove setores que perfazem a área focal da reserva. Hoje, os recursos para manutenção da reserva provêm do Governo Federal Brasileiro, via CNPq, doadores internacionais como o DFID – Departamento de Desenvolvimento Internacional do governo britânico, a WCS - Wildlife Conservation Society do Estados Unidos e a União Européia.

Esta região foi escolhida como objeto de estudo por duas razões principais. Em primeiro lugar, trata-se de uma região desassistida em termos energéticos, estando sua população, como as de outras regiões, à margem do desenvolvimento socioeconômico do país. Em segundo lugar, é uma região inserida na única reserva de desenvolvimento sustentável do Brasil.

Por estas duas razões, o planejamento tradicional, com foco apenas na satisfação dos critérios técnico e econômico, tem aplicabilidade questionável num cenário que requer a constante busca de um desenvolvimento sustentável e de inserção social.

Dessa maneira, a aplicação do modelo de Integração de Recursos à Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá visa testar sua validade em um contexto onde o planejamento tradicional tem sido pouco eficaz.

4.2 Metodologia do Estudo de Caso

A metodologia adotada para realização do estudo de caso se baseou na coleta de dados via literatura, site do IDSM – Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá, dados coletados in loco e pesquisa junto a lideranças locais.

De posse dos dados, foi proposto um PIR simplificado para região e, como parte deste, foi aplicado o modelo de Integração de Recursos de acordo com suas 9 etapas principais.

Segundo a aplicação do modelo, na primeira iteração do processo, para o ano de 2005, obteve-se a seguinte classificação de recursos energéticos:

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1. Solar | 6. Motor Diesel |
| 2. GLD Iluminação | 7. Célula Combustível a gás natural |
| 3. Eólico | 8. Motor GN |
| 4. Biodiesel | 9. Microturbina GN |
| 5. Biomassa Queima | |

As sucessivas iterações, para os anos de 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2014 e 2019 indicaram a mesma classificação de recursos. A única ressalva se refere à ampliação da área de cultivo para o biodiesel no período de 2014 a 2019. Segundo as análises socioeconômicas realizadas, esta ampliação representaria riscos de desabastecimento por comprometimento de renda futura dos ribeirinhos. Dessa forma, segundo análises complementares, foi introduzida a geração a partir da Célula Combustível a gás natural.

Os valores para aplicação do plano são apresentados na tabela 4.1 a seguir.

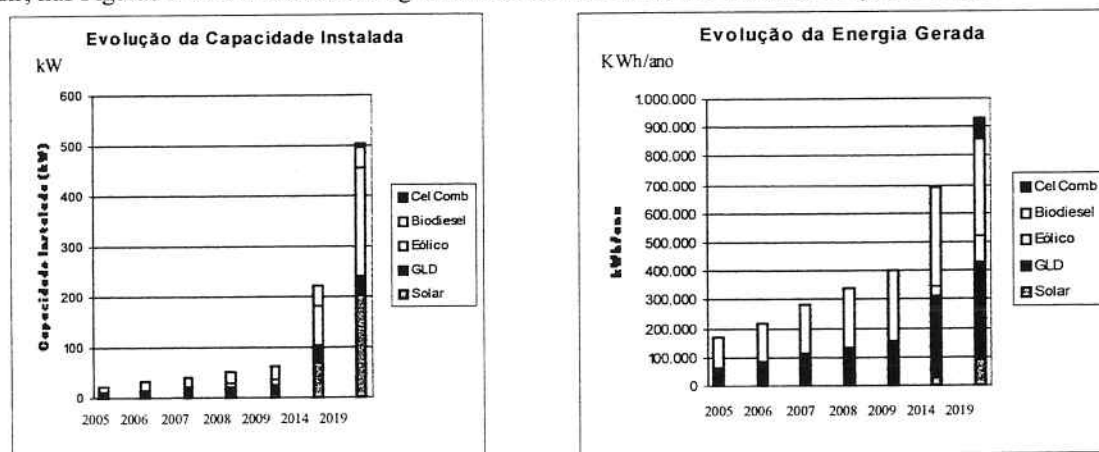
Tabela 4.1: Recursos Energéticos para o Período 2005-2019

	kWh	% do total kWh	kW	% do total kW	Custo Implantação Total – USD/ano	Custo Combustível USD/ano
Solar	89127	10,34%	203	41%	1104357	0
GLD	341108	39,57%	39	8%	81734	0
Eólico	93848	10,89%	214	43%	252556	0
Biodiesel*	337884	39,20%	39	8%	0	102949
Cel Comb	66942	7,77%	8	2%	598138	1068
total	861967	100,00%	495	100%	2036785	104017

PLANO PREFERENCIAL 2005 – 2019

O plano preferencial para o período é a composição entre os montantes de capacidade a ser instalada em cada momento e a energia gerada segundo cada tipo escolhido.

A seguir, nas Figuras 5.5 e 5.6 têm-se os diagramas ilustrativos destes montantes ao longo do tempo.



5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano em consideração tem elementos que, dentro do escopo usual de planejamento não aparecem com frequência. A disponibilização de energia a populações que vivem em comunidades isoladas e em condições de vida abaixo da linha de pobreza, requer a consideração de dimensões que ultrapassam o plano técnico-econômico.

Neste estudo de caso, ficou clara a necessidade de subsídios à operação de geradores, que, para serem implantados, dependem de doações de institutos, governos locais, estadual e federal, ONGs etc.

Ainda assim, quando elementos usuais de planejamento deixam de estar presentes, o problema real da disponibilização de energia persiste, requerendo os meios para elaboração de um planejamento consistente que se adapte a estas novas premissas. Neste sentido o PIR, da mesma forma como para grandes sistemas e mercados consolidados, pode proporcionar ao tomador de decisão uma metodologia de planejamento que permite tratar estes elementos fundamentais quando se busca um desenvolvimento dito sustentável.

Para os casos de aplicação a condições de mercados consolidados de energia, a metodologia permite a identificação de dificuldades e/ou oportunidades nos campos ambiental, social e político da disponibilização de energia, e pode reduzir, ou ao menos explicitar, os riscos inerentes ao planejamento em curso.

Em termos de satisfação às técnicas usuais de análise técnico-econômica, fica claro que a metodologia não compete com as mesmas, que podem ser introduzidas, sem maiores dificuldades, na dimensão técnico-econômica da Análise de Custos Completos. A ponderação desta dimensão com as demais introduzidas pela filosofia do PIR na ACC, apenas amplia o escopo de elementos de embasamento com que o tomador de decisão deve guiar seu processo decisório ao longo do horizonte de planejamento.

Os resultados decorrentes da aplicação da Integração de Recursos, conforme a metodologia proposta, apontam para utilização de energias renováveis na região do Mimirauá, conforme era de se esperar, em vista de tratar de uma reserva de desenvolvimento sustentável.

Os resultados deste estudo de caso permitem afirmar que a aplicação de uma metodologia como esta é promissora no contexto do planejamento energético nacional, por ampliar o escopo de análise para o tratamento dos mercados consolidados e permitir, sob um mesmo arcabouço metodológico, o tratamento de comunidades isoladas e desassistidas.

5 CONCLUSÕES

O modelo aqui proposto efetua a introdução de conceitos amplos e sinérgicos da Integração de Recursos com vistas a expandir e inovar um Planejamento Integrado de Recursos orientado ao desenvolvimento sustentável.

Sua motivação decorreu do fato de que o planejamento energético tradicional, especialmente do setor elétrico, não tem sido eficaz no tratamento de questões sociais e ambientais, por tratá-los como elementos anexos ao processo de planejamento e que, por esta razão, pouco influenciam o processo decisório de escolha e alocação das alternativas energéticas e tecnológicas. O que tem resultado em comunidades isoladas permanecendo à margem do planejamento energético nacional e em dificuldades e até mesmo inviabilização de empreendimentos necessários à sustentação da atividade socioeconômica brasileira, devido ao fato das implicações ambientais serem verdadeiramente consideradas apenas no processo de licenciamento dos empreendimentos energéticos.

Esta constatação, associada ao fato do Planejamento Integrado de Recursos, orientado ao desenvolvimento sustentável, ter como premissa o tratamento destas questões a priori e de forma preditiva, alavancou o desenvolvimento do modelo proposto, de Integração de Recursos, o qual permite a efetiva inserção das dimensões sociais e ambientais, além da técnico-econômica, no processo de planejamento. Esta inserção permite uma avaliação de viabilidade menos restrita e mais condizente com o paradigma atual, onde o conceito de desenvolvimento sustentável começa a ser entendido além do ambiente acadêmico, em meio a uma sociedade participante e exigente quanto aos impactos ambientais decorrentes da disponibilização de energia. Neste ambiente, decisões centralizadas, de caráter essencialmente técnico e não participativo, tendem a se enfraquecer, reduzindo a aceitabilidade dos projetos.

Através do estudo prático de caso, no qual se aplicou o modelo de Integração de Recursos à Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá, que tem no desenvolvimento sustentável sua premissa de existência, mas com sua população vivendo abaixo da linha de pobreza e sem acesso a energia elétrica, foi possível verificar-se a aplicabilidade da metodologia para o planejamento de uma região isolada e desprovida de energia elétrica adequada.

Com esta experiência e os resultados obtidos é também possível se afirmar que o modelo é apto a ser aplicado ao planejamento de mercados consolidados, pois incorpora elementos do planejamento energético tradicional, apenas agregando novas dimensões de análise além da técnico-econômica.

Dessa maneira, conclui-se naturalmente que a Integração de Recursos, com suas características de expansão e inovação, contribui efetivamente para o desenvolvimento do PIR orientado ao desenvolvimento sustentável, dentre outros aspectos, por permitir, sob um mesmo procedimento metodológico, o planejamento de todos os beneficiários da disponibilização de energia, sejam estes considerados como parte do mercado ou não.

Neste sentido, a presente tese cumpre o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da metodologia de PIR como parte do esforço realizado pelo GEPEA - Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Ressalta-se que o processo proposto, por ampliar o escopo de análise em relação ao processo de planejamento tradicional, certamente apresenta alguns elementos que podem gerar dificuldades de aplicação, tais como:

Embora se possam se identificar diversas dificuldades na aplicação do modelo, é possível que os recentes fracassos no processo de licenciamento de empreendimentos da área energética (e de outras) tragam à tona a importância de um processo de planejamento como parte necessária das soluções e, neste contexto, metodologias mais abrangentes, como a do Planejamento Integrado de Recursos, ganhem espaço.

Para isto, é de maior importância a continuidade de trabalhos deste tipo, com viés multidisciplinar, além de maior união e apoio dos diversos grupos que trilham caminhos semelhantes, nas universidades, empresas e instituições governamentais. O próprio modelo aqui proposto deixa bem clara a necessidade de se adequar ao denominado "bem comum" e de uma postura aberta e receptiva. Esta união estratégica, a divulgação das idéias e o crescimento de aplicações práticas como a de Mamirauá serão fundamentais para mudanças do estado de coisas e o enfrentamento das posturas arraigadas, num verdadeiro processo de re-educação e educação, tão necessários no momento presente e para o futuro de nosso país.

5.1 Desenvolvimentos Futuros

De acordo com a análise do modelo proposto, alguns elementos para estudos posteriores podem ser identificados, como os citados a seguir.

Minimização do grau de subjetividade dos elementos de análise: Um fator a ser trabalhado futuramente é a redução do grau de subjetividade de alguns dos elementos de análise considerados na Análise Custos Completos. Através da avaliação de aplicações continuadas do método, é possível a identificação e classificação dos elementos de análise mais representativos para uma avaliação efetiva dos recursos energéticos. Além disso, estes elementos podem ser classificados segundo o grau de subjetividade a que estão sujeitos e, por estarem relacionados a comportamentos populacionais, é possível que, através de tratamentos estatísticos adequados, passem a compor variáveis com menor grau de incerteza, reduzindo os riscos relacionados ao processo de planejamento energético.

Criação de um algoritmo computacional para aplicação da Integração de Recursos: O modelo proposto, da forma como foi concebido, baseado em metodologias e ferramentas já desenvolvidas, permite que se estabeleça um algoritmo computacional para integração de tais ferramentas, podendo valer-se, conforme já mencionado, de técnicas de programação baseadas em Inteligência Artificial, próprias ao tratamento de elementos subjetivos e objetivos, além de técnicas computacionais para simplificação do processo iterativo, como, por exemplo, a programação dinâmica.

Diversos trabalhos recentes têm destacado a aplicação de ferramentas desta natureza à solução de problemas do setor elétrico, em especial no planejamento da distribuição. Neste ponto da cadeia produtiva do setor elétrico, diversos problemas de tomada de decisão com múltiplos objetivos, programação matemática probabilística, fuzzy, algoritmos genéticos têm sido utilizados com sucesso.

Dessa maneira, uma iniciativa de se compor um modelo computacional para Integração de Recursos poderá se valer destes desenvolvimentos já consolidados, agregando valor ao processo de planejamento como um todo.

Continuidade dos desenvolvimentos metodológicos do PIR: Ressalta-se a importância da continuidade dos desenvolvimentos metodológicos do PIR como forma de se proporcionar um arcabouço metodológico completo ao planejamento energético do setor elétrico. Como exemplo destes desenvolvimentos necessários, ressalta-se o modelamento das carteiras de recursos, da análise de risco etc.

Validação do PIR: Como continuidade do desenvolvimento do PIR é interessante que trabalhos de validação contínua sejam empreendidos, através de modelamentos de casos atuais mas, principalmente, de casos já conhecidos, de forma a se verificar os elementos que poderiam ter sido evitados pela aplicação do PIR.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] GIMENES, A. L. V.; “Modelo de Integração de Recursos para um Planejamento Energético sustentável” tese de doutorado, São Paulo - SP, EPUSP - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, 2004.
- [2] GIMENES, A. L. V.; GRIMONI, J. A. B.; UDAETA, M. E. M.; CAMARGO, R.; CARVALHO, C. E. **Análise e Adequação de Roteiros para Relatório Ambiental Preliminar na Oferta Energética.** 5th CLAGTEE - Latin-American Congress: Electricity Generation And Transmission. São Pedro - SP – Brazil November 16 - 20 th 2003.
- [3] CARVALHO, C.E., CHIAN, C.C.T. “Avaliação dos Custos Completos dos Recursos Energéticos na Produção Integrada de Termofosfatos no Médio Paranapanema” Projeto de Formatura apresentado à EPUSP, São Paulo, 1997.
- [4] BOARATI, J.H.; “Um modelo para Avaliação Ponderada da Hidreletricidade e Termoeletricidade com Gás Natural Através dos Custos Completos”. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo 2003.
- [5] UDAETA, M. E. M.; ‘Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para o Setor Elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável)’, tese de doutorado, São Paulo - SP, EPUSP - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, 1997.
- [6] GIMENES, A. L. V.; GALVÃO, UDAETA, M. E. M.; CARVALHO, C. E.; “IRP Approaching In The Thermoelctrical Power Production Based On The Natural Gas – Case Study”. www.pca.usp.br/gepea/pir, 2003.
- [7] ONTARIO Hydro International Inc. **Course Naterials for the Ontario Hydro Insternational Inc. Integrated Resource Planning Training Program.** Canada 1996.
- [8] KAGAN, N.; “Configuração de Redes de Distribuição Através de algoritmos Genéticos e Tomada de Decisão Fuzzy”. Tese apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Professor Livre Docente. São Paulo, 1999.
- [9] LEAP - Long-range Energy Alternatives Planning System – “UserGuide for version 2000”. Boston Center, Tellus Institute, Boston EUA, 2001.
- [10] AHP – Análise Hierárquica de Processos - Site Internet - <http://www.expertchoice.com/customerservice/ahp.htm>, acesso em 2003

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEA/9301 - Alguns Aspectos do Problema de Planejamento de Sistemas de Transmissão sob Incertezas - CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN, ERNESTO JOÃO ROBBIA
- BT/PEA/9302 - Vibrações em Motores Elétricos Provocadas por Forças Magnéticas - ORLANDO SILVIO LOBOSCO, HENRIQUE PRADO ALVAREZ
- BT/PEA/9303 - Corrente Contínua em Alta Tensão: Aplicação de Equipamentos Elétricos e Modelos para Análises de Confiabilidade - LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9504 - Automação e Informatização Aplicadas a Controle e Supervisão de Processos de Pesagem - EVALDO ARAGÃO FARQUI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/9505 - Modernização e Reabilitação de Usinas Hidrelétricas - DJALMA CASELATO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9506 - Estudo do Campo Elétrico Provocado por Linhas de Transmissão em Corrente Alternada - CELSO PEREIRA BRAZ, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9507 - Aspectos Sobre Processos Automatizados de Pesagem Rodoferroviária: Uma Proposta de Modernização de Postos em Operação - SERGIO LUIZ PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9508 - Usinas Hidrelétricas em Rotação Ajustável: Novas Premissas para o Planejamento Energético - MARCO ANTONIO SAIDEL, LINEU BÉLICO DOS REIS
- BT/PEA/9509 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação de Subestações pela integração de Módulos de Software e Hardware Existentes no Mercado Brasileiro - L. C. MAGRINI, J. A. JARDINI, S. COPELIOVITCH, N. KABA FILHO
- BT/PEA/9510 - Proposta de um Modelo para Estudos de Aplicação de Compensadores Estáticos em Sistemas de Potência - JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, LUIS CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9511 - Metodologia e Testes para Redução das Distâncias Elétricas entre Fases de Barramentos de Subestações de 138kV Abridadas, ANDRÉ NUNES SOUZA, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9512 - Avaliação da Severidade da Poluição para o Dimensionamento da Isolação das Redes Elétricas - ARNALDO G. KANASHIRO, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9513 - Processos Auto-Adaptativos para Cálculo de Campos Eletromagnéticos pelo Método dos Elementos Finitos - LUIZ LEBENSZTAJN, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9514 - Investigação Experimental sobre os Arcos Sustentados em Sistemas Elétricos de Baixa Tensão - FRANCISCO H. KAMEYAMA, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9515 - Fast Voltage Compensation: A Mean to Improve the Quality of Energy Supply - H. ARANGO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9516 - Modelo Avançado para Planejamento de Sistemas Energéticos Integrados Usando Recursos Renováveis - LUIZ ANTONIO ROSSI, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9601 - Metodologias para Planejamento de Sistemas de Distribuição: Estado-da-Arte e Aplicações - PAULO ROBERTO NJAIM, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9602 - Integração de Relés Digitais em Sistemas de Automação de Subestação - JERÔNIMO CAMILO SOARES JR., JOSÉ A. JARDINI, LUIZ C. MAGRINI
- BT/PEA/9603 - Paradigma de Planejamento sob Incertezas - Aplicação ao Planejamento dos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - ALBERTO BIANCHI JUNIOR, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9604 - Um Sistema de Controle de Velocidade para Motor de Indução Trifásico - CELSO KAZUMI NAKAHARADA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9605 - Controle Vetorial de Motores de Indução, Independente das Alterações de Parâmetros da Máquina - NERY DE OLIVEIRA JÚNIOR, WALDIR PÓ
- BT/PEA/9606 - Compactação de Subestações de 145 kV Através da Redução das Distâncias entre Fases - GERVASIO LUIZ DE CASTRO NETO, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9607 - Curvas de Carga de Consumidores Industriais - Agregação com Outras Cargas - RONALDO PEDRO CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9608 - Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais Medidas para Determinação de Diversidade de Carga, e Carregamento de Transformadores de Distribuição - EDUARDO LUIZ FERRARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9609 - Comportamento Elétrico de Cabos Cobertos e Pré-Reunidos pelo Método dos Elementos Finitos - JOÃO JOSÉ DOS SANTOS OLIVEIRA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9701 - Repotenciação de Hidrogeradores: Uma Proposta de Metodologia de Análise e Implantação - FÁBIO SALOMÃO FERNANDES SÁ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.

- BT/PEA/9702 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação para um Sistema de Automação para um Centro de Operação da Distribuição - PAULO SÉRGIO MIGUEL SURUR, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9703 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição Utilizando Programação Matemática Probabilística - MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9704 - Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Problema de Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica - SALETE MARIA FRÖES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9705 - Aproveitamento Funcional de Sistemas de Controle e Proteção Digitais em Subestações de Distribuição - JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9706 - Avaliação de Algoritmo para Proteção Diferencial de Transformadores - LUÍS SÉRGIO PIOVESAN, EDUARDO CÉSAR SENGER
- BT/PEA/9707 - Sistema de Proteção para Falhas de Alta Impedância - CAIUS VINICIUS SAMPAIO MALAGODI, EDUARDO CÉSAR SENGER
- BT/PEA/9708 - Um Ambiente para Planejamento da Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - KLEBER HASHIMOTO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9709 - Análise do Custo - Benefício da Instalação de Equipamentos de Proteção em Redes Aéreas de Distribuição - ANTONIO CLAUDINEI SIMÕES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9710 - Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o Setor Elétrico - MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9711 - Análise de Defeitos no Motor de Indução Trifásico para Predição de Falhas Incipientes - JOSÉ ANTONIO URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9712 - Gerenciamento de Transformadores de Distribuição com Análise na Perda de Vida - CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN, VLADIMIR DUARTE BELCHIOR
- BT/PEA/9713 - Uma Nova Metodologia para a Avaliação de Sistemas de Aterramento Metro-Ferrovíarios - JOSÉ AUGUSTO PEREIRA DA SILVA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9714 - Um Exemplo de Decomposição de Fluxos em Transformadores - NICOLAU IVANOV, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9715 - Custos de Transporte de Energia Elétrica - Análise de Metodologias - DÁRIO TAKAHATA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9716 - Bancada de Ensaios para a Avaliar o Comportamento de Acionamentos Controlados por Inversores PWM - JOSÉ ANTONIO CORTEZ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9717 - Integração de Técnicas de Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos ao Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial - JOSÉ A. URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9801 - Análise de Confiabilidade para Gerenciamento Operacional de Sistemas Automatizados de Pesagem Rodo-Ferrovária - RUBENS LOPES ROLIM, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9802 - Projeto de um Ondulador Híbrido e Estudo de Onduladores Derivados de Solenóide, para Utilização em Laser a Elétrons Livres - FRANCISCO SIRCILLI NETO
- BT/PEA/9803 - Configuração de Redes de Distribuição de Energia Elétrica com Múltiplos Objetivos e Incertezas através de Procedimentos Heurísticos - CARLOS C. BARIANI DE OLIVEIRA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9804 - Conceituação e Aplicação de Metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma Empresa Distribuidora de Energia Elétrica - FERNANDO MONTEIRO DE FIGUEIREDO, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9805 - Acoplamento Circuito Elétrico - Método dos Elementos Finitos em Regime Transitório Utilizando a Metodologia de Dommel - NANCY MIEKO ABE, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9806 - Modelo de Arco Elétrico Aplicado ao Estudo da Interrupção da Corrente em Disjuntores de Média Tensão - LUCILIUS CARLOS PINTO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9807 - Proteção para Falta de Alta Impedância Utilizando o Sistema de Rádio Troncalizado - MARCO ANTONIO BRITO, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/9808 - Contribuição ao Estudo e Projeto dos Motores Síncronos de Relutância - IVAN EDUARDO CHABU, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9809 - Cabos Cobertos: Metodologia para a Determinação da Espessura da Cobertura - ANTONIO PAULO DA CUNHA, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9810 - Eletrificação Rural - Avaliações em São Paulo - MARCELO APARECIDO PELEGRINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9811 - Política de Eletrificação Rural em São Paulo - LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9812 - Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares - ANDRÉ LUIZ MONTEIRO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/9813 - Diretrizes para a Regulação da Distribuição de Energia Elétrica - JAMES S. S. CORREIA, LINEU BELLICO DOS REIS

- BT/PEA/9814 - Distribuição da Tensão de Impulso em Enrolamentos de Transformadores de Distribuição - PEDRO LUÍS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/9815 - Estudo Comparativo entre os Diversos Métodos de Determinação do Rendimento de Motores de Indução - FRANCISCO ANTONIO MARINO SALOTTI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9816 - A Nodal Analysis Approach Applied to Electric Circuits Coupling in Magnetodynamic 2D FEM - MAURÍCIO CALDORA COSTA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9817 - Informatização e Automação dos Órgãos Gestores de Mão de Obra - EDUARDO MARIO DIAS, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9818 - Frequência de Ocorrência de Sobretensões Originárias de Descargas Atmosféricas em Linhas de Distribuição - NELSON MASSAKAZU MATSUO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9819 - Um Método de Imposição de Pólos no Estudo da Estabilidade de Redes Elétricas a Pequenas Perturbações - PERCIVAL BUENO DE ARAUJO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9820 - Inter-Relação do Planejamento Agregado de Investimentos com o Planejamento Localizado de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - JUCEMAR SALVADOR SIMÕES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9821 - A Produção de Energia Através das Células de Combustível - JOSÉ LUIZ PIMENTA PINHEIRO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9822 - Automação de Processos - Revisão e Tendências - SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9823 - Metodologia para Seleção e Gerenciamento de Transformadores e Distribuição, Aplicando Técnicas de Redes Neutrais Artificiais - SE UN AHN, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9901 - Contribuição ao Modelamento e Simulação de Motores em Ímãs Permanentes e Comutação Eletrônica de Alta Rotação - WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/9902 - Estudos de Sistemas de Potência e Automação: Plantas Industriais de Grande Porte - MAURÍCIO G. M. JARDINI, JOSÉ A. JARDINI
- BT/PEA/9903 - Synchronous Machines Parameters Identification Using Load Rejection Test Data - E. C. BORTONI, J. A. JARDINI
- BT/PEA/9904 - Identificação de Locais e Opções Tecnológicas para Implantação de Termoelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro: Contribuição ao Estado da Arte e Aplicação ao Caso do Gás Natural - ELIANA APARECIDA FARIA AMARAL FADIGAS, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9905 - Sistema de Manutenção Preventiva de Subestações: Uma Abordagem Semântica para o Monitoramento Integrado - ELIAS ROMA NETO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9906 - Previsão das Perdas Magnéticas na Presença de Harmônicos - MARCELO S. LANCAROTTE, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9907 - Comportamento do Aterramento de Sistemas e Equipamentos de Distribuição sob Impulso - CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9908 - Modelo de Sistema de Supervisão e Controle Operacional de Terminais de Contêineres - LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/9909 - Medição de Altas Correntes em Frequência Industrial: Instrumentação, Dispositivos de Medição e Calibrações - HÉLIO EIJI SUETA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/9910 - Conversores Auto-Comutados Aplicados em Derivações de Sistemas de Transmissão de Corrente Contínua e Alta Tensão - WILSON KOMATSU, WALTER KAISER
- BT/PEA/9911 - Análise de Desempenho de Sistemas de Aterramento em Alta Frequência pelo Método dos Elementos Finitos - ANGELO PASSARO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/9912 - Simulação de Motores "Shaded Pole": Uma Nova Abordagem Analítico-Numérica - PASCHOAL SPINA NETO, SILVIO IKUO NABETA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9913 - Estimadores de Estado para Sistemas de Potência: Análise do Estado da Arte - CLEBER ROBERTO GUIRELLI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9914 - Análise sobre o Comportamento de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Utilizando o Método dos Elementos Finitos - SEBASTIÃO C. GUIMARÃES JR., LUCIANO MARTINS NETO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9915 - Automatização do Atendimento a Reclamações de Interrupção de Energia Elétrica - H. K. Kiyohara, L. C. Magrini, E. P. PARENTE, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9916 - Controle Digital de Tensão e Reativos - PAULA S. D. KAYANO, LUIZ CARLOS MAGRINI, LINEU BELICO DOS REIS, ANTONIO JOSÉ GOMES CARMO, ELIAS DE SOUZA NETO
- BT/PEA/9917 - Localizadores Digitais de Falhas em Linhas de Transmissão - CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9918 - Religamento Monopolar em Linhas de Transmissão - Propostas de Uma Ferramenta para Investigações Paramétricas - IVANIL POMPEU, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9919 - Viabilidade Técnica de Abertura Monopolar Permanente em Linhas de Transmissão Extra Alta Tensão - FABIANA AP. DE TOLEDO SILVA, JOSÉ ANTONIO JARDINI

- BT/PEA/9920 – Avaliação do U-Net em Custers com Rede My com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEA/9921 – SAG – Sistema de Apoio Gerencial via Internet – ADRIANO GALINDO LEAL, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9922 – Desequilíbrio de Tensão em Redes Secundárias de Distribuição – PAULO VINÍCIUS SANTOS VALOIS, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9923 – Sistema Não Lineares Controlados pela Lógica Difusa: Uma Aplicação em Acionamentos Constituídos por Motores Assíncronos – WERNER W. PACHECO LUJAN, CÍCERO COUTO MORAES
- BT/PEA/9924 – Arborescência em Cabos Elétricos de Média e Alta Tensão – JOÃO JOSÉ ALVES DE PAULA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/9925 – Estudo para Otimização de Desempenho de Plantas Industriais Automatizadas – ANTONIO ORLANDO UGULINO, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9926 – Simulação e Análise de Desempenho de Processos Visando a Otimização de Sistemas Integrados de Produção – CÍCERO COUTO DE MORAES, SERGIO LUIZ PEREIRA, JOSÉ ROBERTO R. DE GODOY
- BT/PEA/9927 – Automação Moderna de Processos: Análise de Necessidade, Viabilidade e Tendências Tecnológicas – SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9928 – Modelo de Compensação Série Controlada Aplicado ao Estudo do Amortecimento de Oscilações em Sistemas de Potência – JOSÉ ROBERTO PASCON, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9929 – Cálculo de Trajetórias de Elétrons em Estruturas Magnéticas – YASMARA CONCEIÇÃO DE POLLI, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/0001 – Monitoramento de Transformadores de Potência Direcionado à Manutenção com Base nas Condições – SERGIO COSTA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0002 – Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Estudos de Subestações de Alta Tensão Abridadas Frente a Ensaios de Impulsos Atmosféricos – ANDRÉ NUNES DE SOUZA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0003 – Relé Diferencial para Transformador de Potência Implementado com uma Rede MLP – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENGGER
- BT/PEA/0004 – Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos e Conservação de Energia – PAULO HÉLIO KANAYAMA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0005 – Modelamento de Conversores CC/CC por meio da Chave PWM – LUIZ FERNANDO P. DE MELLO, WALTER KAISER
- BT/PEA/0006 – Estudo de Surtos em Redes Secundárias de Distribuição Causados por Descargas Atmosféricas Diretas na Rede Primária – WELSON BASSI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEA/0007 – Modelagem da Magnetohidrodinâmica em 3D pelo Método de Elementos Finitos – SERGIO LUÍS LOPES VERARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0008 – Metodologia para Avaliação do Comportamento e Vida Útil de Motores Alimentados por Fontes Assimétricas de Tensão – JOSÉ LUIZ ANTUNES DE ALMEIDA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0009 – Esquema de Aterramento Híbrido (EAH) – FRANCISCO CARLOS PARQUET BIZZARRIA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0010 – Ferro-Ressnância em Redes Subterrâneas de Distribuição – REGINA LÚCIA LAMY, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0011 – A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Energico – CLÁUDIO ELIAS CARVALHO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0012 – A Agregação de Valor à Energia Elétrica através da Gestão Integrada de Recursos – ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0013 – Tochas a Plasma: Características Básicas para Projeto e Construção – MIGUEL BUSSOLINI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/0014 – Um Estudo de Correntes Induzidas em Meios Maciços Ferromagnéticos – Aplicação no Projeto de Freios de Correntes Parasitas – ALVARO BATISTA DIETRICH, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0015 – Incorporação de Sistemas de Co-Geração aos Sistemas Elétricos de Potência: Um Roteiro para Avaliação de Viabilidade Técnico-Econômica – LUÍZ DONIZETI CLEMENTINO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0016 – Metodologia para Análise da Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Baixa Tensão – ALEXANDRE ANGRISANO, RONALDO P. CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0017 – Análise de Índices de Qualidade no Planejamento Agregado de Investimentos em Ambiente de Incertezas – CARLOS ALEXANDRE DE SOUSA PENIN, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0018 – Controle de Descarregadores de Navios Utilizando Lógica Fuzzy – ANTONIO DAGOBERTO DO AMARAL JÚNIOR, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0019 – The Energy Absorption Capacity of Metal Oxide Surge Arresters An Approach for Switching Surges – MANUEL LUÍS BARREIRA MARTINEZ, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR

- BT/PEA/0020 – Utilização Racional de Energia Elétrica em Instalações Elétricas Comerciais Empregando Sistemas de Automação – JOEL ROCHA PINTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0021 – Sistema Automatizado para Aquisição de Dados de Consumo de Energia Elétrica, Água e Gás – JOSÉ WALTER PARQUET BIZARRIA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0022 – Estudo de Ignitores de Pulsos Superpostos para Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão – ALEXANDER FERNÁNDEZ CORREA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0023 – Desenvolvimento de Medidor Eletrônico de Energia Elétrica de Custo Competitivo Associado a Estudos sobre Medições de Energia Elétrica – DOUGLAS ALEXANDRE DE A. GARCIA, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0024 – Uma Visão Educacional do Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Eletromagnetismo – LUIZ NATAL ROSSI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0025 – An Application of the Finite-Element Method to Design a Switched Reluctance Motor – PEDRO P. DE PAULA, SÍLVIO I. NABETA, JOSÉ R. CARDOSO
- BT/PEA/0026 – Algoritmos de Alta Velocidade para a Proteção de distância de Linhas de Transmissão – ERVALDO GARCIA JÚNIOR, EDUARDO CÉSAR SENGER
- BT/PEA/0027 – Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados para a Monitoração da Tensão em Regime Permanente – SILVIO XAVIER DUARTE, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0028 – Análise da Confiabilidade e Manutenibilidade de Topologias do Sistema de Telefonia Fixa – RICARDO ELIAS CAETANO, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0029 – Aspectos Tecnológicos Referentes à Repotenciação de Usinas Termoelétricas – MÁRCIO NESTOR ZANCHETA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR
- BT/PEA/0030 – Controle de Iluminação Utilizando Dimerização por Lógica Fuzzy, Compensando a Iluminação Natural – ANDRÉ VITOR BONORA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0031 – Identificação do Nível de Redundância das Medidas de um Sistema, para Efeito da Estimação de seus Estados – JOÃO BOSCO AUGUSTO LONDON JUNIOR, NEWTON GERALDO BRETAS
- BT/PEA/0101 – Aplicação do Controlador de Subestação a um Sistema Digital Integrado de Supervisão e Controle – RENATO CAMPANINI TEIXEIRA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0102 – Uma proposta de um Filtro Ativo de Tensão para Aplicações em Redes Elétricas – JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0103 – Causas de Falhas e Critérios de Reaproveitamento de Transformadores de Distribuição de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – MIGUEL ANGEL HERNANDEZ TORRES, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0104 – Um Sistema para Avaliação de Indicadores de Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica – GERSON YUKIO SAIKI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0105 – Métodos de Análise de Sistemas de Aterramento de Linhas Metroviárias – ARMANDO DE OLIVEIRA ALVES DE SOUZA, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0106 – Caracterização de Acionamentos na Indústria de Beneficiamento de Minério de Ferro – FERNANDO MARCELO CALADO DE ANDRADE, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0107 – Impacto da Privatização das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica na Qualidade da Energia Suprida – MITSUO NITTA, ADERBAL DE AARUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0108 – Estudo Comparativo de Ensaios de Chapa Única para Medidas de Perdas em Aços Elétricos – RONALDO ALVES SOARES, CARLOS SHINITI MURANAKA
- BT/PEA/0109 – Modelagem de Transformadores de Distribuição para Altas Freqüências – ARNALDO G. KANASHIRO, ALEXANDRE PIANTINI, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/0110 – Análise e Localização de Descargas Parciais em Transformadores de Potências por Métodos Elétricos – HÉDIO TATIZAWA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/0111 – A Eletrificação Rural em São Paulo – Custos e Padrões – LUIZ FERNANDO KURAHASSI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0112 – A Escola Rural sem Luz em São Paulo - OSWALDO TADAMI ARIMURA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0113 – Eletrificação Rural no Novo Cenário: O Caso de São Paulo – LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0114 – Simulação do Aterramento em Sistemas MRT – OCTÁVIO FERREIRA AFFONSO, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0115 – Otimização do Dimensionamento de Equipamentos para Automação de Terminal de Contêineres – FÁBIO LOPES CARNELOS, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0116 – Sistema de Localização de Faltas para Redes Primárias de Distribuição – GIOVANNI MANASSERO JUNIOR, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0117 – Proteção de Distância para Linhas de Transmissão com Compensação Série – JOSÉ GERALDO BARRETO MONTEIRO DE ANDRADE, EDUARDO CESAR SENGER

- BT/PEA/0118 – Proposta de Acionamento Microprocessado para Empilhadeira Elétrica – MARCO AURÉLIO VILELA DE OLIVEIRA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0119 – Técnicas "Anti-Windup" – LUIZ AUGUSTO PEREIRA FERNANDES, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0120 – Regulador de Tensão de Gerador – HERALDO SILVEIRA BARBUY, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0121 – Eficiência Operativa e Confiabilidade de Equipamentos Associados à Automação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – REINALDO BURIAN, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0122 – Cálculo de Forças sobre Ímãs Permanentes: Uma Análise do Problema 23 do Team Workshop – HÉLIO JOSÉ DAMANTE, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0123 – Análise de Guias de Ondas Ópticas pelo Método dos Elementos Finitos – MARCOS A. R. FRANCO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0124 – Transient Induced Voltage Computation in a High Building Struck by Lightning – CARLOS A. F. SARTORI, A. ORLANDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0125 – Metodologia para Cálculo de Perdas Técnicas por Segmento do Sistema de Distribuição – ANDRÉ MÉFFE, CARLOS CÉSAR BARIONI DE OLIVEIRA
- BT/PEA/0126 – Cálculo da Distribuição da Corrente de Falta em Sistemas de Aterramento de Redes Primárias – GILBERTO DE MAGALHÃES FALCOSKI, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0127 – Acionamento de Velocidade Variável Utilizando Motores de Corrente Alternada Assíncronos – JOSÉ ALBERTO MARQUES, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0201 – Unified Power Quality Conditioner with Energy Storing Module for Medium Voltage Adjustable Speed Drive – VALBERTO FERREIRA DA SILVA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0202 – Simulação de Marcha de Composição Ferroviária Acionada por Motores de Indução e PWM – CASSIANO LOBO PIRES, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0203 – Conservação de Energia Elétrica em Edificações Comerciais: Sistemas de Ar Condicionado com Central de Água Gelada – TEODORO MONGE DE AMORIM FILHO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0204 – Reconfiguração de Redes Primárias de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Sistemas de Informações Geográficas – FERDINANDO CRISPINO, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0205 – Previsão de Carga em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Redes Neurais Artificiais – JORGE YASUOKA, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0206 – Correção de Distorções Harmônicas, em Sistemas Industriais, Através de Filtros Passivos - ANTONIO PESTANA NETO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0207 – Proposta de Metodologia para Controle da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica a Partir da Segmentação do Mercado Consumidor em Famílias de Redes Elétricas – RODOLFO COLI DA CUNHA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0208 – Modelagens das Funções de uma Subestação Automatizada Empregando Modelos Orientados a Objetos – MILTHON SERNA SILVA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR
- BT/PEA/0209 – Automação de Instalações Elétricas Prediais Através da Internet – ROBSON REBOUÇAS CARDOSO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JUNIOR
- BT/PEA/0210 – Identificação Automática de Vagões na Área Portuária: Uma Solução com Análise de Imagens – EDUARDO MANTOVANI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0211 – Concepção de Sistema de Supervisão e Controle no Processo de Descarga Rodoviária em Terminais Portuários Utilizando Identificadores Automáticos de Veículos – ROGÉRIO COSTA DE OLIVEIRA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0212 – Metodologia para Análise de Perda de Vida Útil de Transformadores, Alimentando Cargas não Lineares – ARLINDO GARCIA FILHO, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0213 – Sistema de Automação para Gestão do Carregamento de Transformadores Baseado na Confiabilidade – JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0214 – A Conservação, Considerando Aspectos Relacionados à Qualidade de Energia Elétrica na Indústria Têxtil: Estudo de Caso – MÁRIO CÉSAR GIACCO RAMOS, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0215 – Cálculo de Parâmetros Operacionais de Desempenho de Redes Primárias de Distribuição Utilizando Redes Neurais Artificiais – ANA MARIA GARCÍA CABEZAS, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0216 – Análise Dinâmica de um Motor de Indução Linear pelo Método dos Elementos Finitos – EDUARDO FERREIRA DA SILVA, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0217 – Reômetro Rotativo de Taxa de Cisalhamento Imposta Acionado por Motor de Passo – SAMUEL E. DE LUCENA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0218 – Acionamentos com Motores Brushless para Sistemas de Ventilação de Emergência – RENATO DE ALMEIDA PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0219 – Retificador Trifásico de Alta Eficiência para Tochas de Plasma – MARIO GONÇALVES GARCIA JÚNIOR, LOURENÇO MATAKAS JÚNIOR

- BT/PEA/0220 – Impacto de Modelos de Mercado Espacial no Planejamento de Sistemas de Distribuição de Energia – MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0221 – Proposta de Recuperador Dinâmico para Correção de Afundamentos de Tensão – FRANCISCO COSTA SARAIVA FILHO, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0222 – Análise Preditiva de Defeitos em Motores de Indução Trifásicos Utilizando a Corrente de Alimentação – JOSÉ DANIEL SOARES BERNARDO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0223 – Cálculo de Iluminação Auxiliado por Computadores – NESTOR CÂNDIDO FERREIRA SEGUNDO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0224 – Otimização de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Geração Distribuída – JAMEA CRISTINA BATISTA SILVA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0301 – Algoritmo Digital para a Proteção da Interligação Concessionária – Indústria Operando em Sistemas de Cogeração – FRANCISCO ANTONIO REIS FILHO, EDUARDO C. SENGER
- BT/PEA/0302 – Dimensionamento da Infra-Estrutura para Automação de Terminais de Granéis Sólidos – FABIO DEL PAPA, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/0203 – Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia para Estudos de Viabilidade de Plantas de Cogeração – RICARDO SHEIGI ABE, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0304 – Applying Object-Oriented Technology to Project Hydroelectric Power Plant SCADA Systems – CARLOS ALBERTO VILLACORTA CARDOSO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0305 – Impactos Econômicos Causados pelos Distúrbios na Rede Básica de Energia Elétrica – JOSÉ JULIO DE ALMEIDA LINS LEITÃO, LINEI BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0306 – Fault Location in Transmission Lines Using One Terminal Post Fault Voltage Data – CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0307 – Impactos da Aplicação de Lâmpadas Fluorescentes Compactas em Habitações de Baixa Renda no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica – LUIS VENTURA CASTELLS PEÑA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0308 – Análise e Melhoria do Controle Automático de Concentração de uma Planta de Ácido Nítrico Diluído – ELCIO RODRIGUES ARANHA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0309 – Criação de Valor na Avaliação de Projetos Termelétricos sob Condições de Risco no Mercado Brasileiro de Energia Elétrica – WAGNER DA SILVA LIMA, DOREL SOARES RAMOS
- BT/PEA/0310 – Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico como Instrumento de Apoio a Regulação da Energia Elétrica – LUIZ MARIO TORTORELLO, MARCOS ROBERTO GOUVÊA
- BT/PEA/0311 – Análise de Transientes em Motor de Indução Modelo ABC/abc Aplicado ao Modelamento e Simulação de Soft-Starters - LUIS CARLOS RIBEIRO DOS SANTOS – CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0312 – Modelamento Matemático e Análise do Funcionamento do Acionamento para Motores de Anéis em Cadeia Sub-Síncrona – SÉRGIO LUIZ VOLPIANO – CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0313 – Considerações do Ambiente Eletromagnético Urbano na Análise de Interferências Eletromagnéticas em Veículos Automotores – GLÁUCIO SANTOS – CARLOS ANTONIO FRANÇA SARTORI
- BT/PEA/0314 – Contribuição a Aplicação das Wavelets na Eletrostática – ALDO ARTUR BELARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0315 – Avaliação Ponderada da Hidreletricidade e Termeletricidade Através dos Custos Completos – JULIO HENRIQUE BOARATI, MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA
- BT/PEA/0401 - Previsão Espacial de Carga em Sistemas de Distribuição Utilizando Técnicas de Inteligência Artificial e Plataforma GIS – FRANZ HENRY PEREYRA ZAMORA, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0402 – Modeling of Impulse Stressed Distribution Transformer Winding Oriented to Maintenance Purposes – PEDRO LUÍS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0403 – Sistema para o Gerenciamento de Imóveis e Ocupação das Faixas de Linhas de Transmissão Utilizando Dados Georreferenciados e de Sensoriamento Remoto – MAURICIO GEORGE MIGUEL JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0404 – Proposta de Novas Topologias de Conversores "C-DUMP" para o Acionamento de Motores e Geradores de Relutância Chaveados – WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0405 – Proposta de Aplicação de Motor de Indução Linear Tubular na Extração de Petróleo – BERNARDO PINHEIRO DE ALVARENGA, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0406 – Aplicação da Automação Elétrica no Controle de Temperatura de Grandes Edifícios – MARLENE DA SILVA BOSCATTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0407 – Metodologia de Segurança para Intercâmbio Eletrônico de Documentos Aplicado ao Sistema Portuário Brasileiro – LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/0408 – Proposta de um Novo Protocolo de Comunicação para a Saída Serial de Usuário de Medidores de Energia Elétrica – ANDRÉ LUIZ MONTERO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0409 – Estimção de Estado da Rede Durante Variações de Tensão de Curta Duração para o Monitoramento de Qualidade de Energia Elétrica – TANIA PAOLA LEDESMA ARANGO, NELSON KAGAN

- BT/PEA/0410 – Algoritmo Baseado em Redes Neurais Artificiais para a Proteção de Distância de Linhas de Transmissão – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0411 – Modelo Computacional do Sistema de Conversão de Energia Eólica Equipado com Gerador de Indução – MARCELO MORAES, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0412 – Proteção de Planta Termoeletrica Operando em Co-Geração – ANTONIO CARLOS MOSCARDI, JOSÉ AQUILES BAESSO GRIMONI
- BT/PEA/0413 – Compensação de Desequilíbrios de Carga Empregando Conversor Estático Operando com Modulação em Largura de Pulso – RODRIGO CUTRI, LOURENÇO MATAKAS JUNIOR
- BT/PEA/0414 – Probabilistic Model of Feasibility for Distributed Generation in a Competitive Environment – EDSON MARQUES FLORES, MARCOS ROBERTO GOUVEA
- BT/PEA/0415 – Modelamento e Simulação da Máquina Síncrona em Programas de Transitórios Eletromagnéticos – LILIANA PATRICIA JAIMES ROJAS, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0416 - Steady-State Analysis of the Unified Power Flow Controller (UPFC) and its Capability in Modifying the Transmittable Power - RICARDO LEON VASQUEZ ARNEZ, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/0417 – Proposição e Implementação do Modelo de Troca Eletrônica de Dados para o Sistema Portuário – ANDRÉA LUCIA BRAGA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/ 0418 – Simulação da Geração de Energia Eólica com Gerador Assíncrono na Rede da Enersul – FABIO GALIZIA DE CAMPOS, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO
- BT/PEA/ 0419 – Desenvolvimento de Sistema para Estudo de Tensões Induzidas em Linhas de Média Tensão por Descargas Atmosféricas – THAÍS OHARA DE CARVALHO, ALEXANDRE PIANTINI

