	<p><b>XX SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b></p>	<p>Versão 1.0 22 a 25 Novembro de 2009 Recife - PE</p>
---	--	--

## GRUPO XI

### GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA

#### **AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA ABORDAGEM POR MEIO DOS CRITÉRIOS DE PROJETOS DE MDL**

**Everthon Taghori Sica<sup>1,2</sup>  
Cristhine Cechinel<sup>2</sup>**

**C. Celso de Brasil Camargo<sup>2</sup>  
Rafael Takasaki Carvalho<sup>3</sup>**

**Edison A. C. Aranha Neto<sup>2</sup>  
Bruno Shimabukuro Okuda<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IF-SC

<sup>2</sup> Laboratório de Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica – LabPlan

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

<sup>3</sup> Eletrosul Centrais Elétricas S.A

## RESUMO

A questão energética tem estimulado mudanças de paradigma, principalmente por dois motivos: primeiro, o suprimento de energia é uma das condições básicas para o desenvolvimento e crescimento econômico e; segundo, vários motes ambientais têm relação íntima com o suprimento de energia, oferecendo motivação e argumentos em favor do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, este artigo apresenta um modelo baseado na metodologia multicritério de avaliação integrada de projetos de MDL para empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica.

## PALAVRAS-CHAVE

Geração, Transmissão, Multicritério, Avaliação Integrada, Empreendimentos, MDL

### 1.0 - INTRODUÇÃO

A matriz energética global necessita reverter uma tendência mantida durante os últimos 150 anos, período de expansão constante e vigorosa do consumo de combustíveis fósseis. Há milhões de novos consumidores, na imensa maioria cidadãos dos países emergentes, que se habilitam a usufruir, pela primeira vez, dos bens capazes de tornar a sua existência menos fatigante. Não obstante, é primordial que qualquer ação para reduzir o consumo dos derivados do petróleo ou remover as emissões de carbono não comprometa as iniciativas que visem minorar a pobreza e o acesso à cidadania.

O Protocolo de Kyoto instituiu mecanismos que estimulam o desenvolvimento de um novo nicho de mercado em âmbito internacional, cuja mercadoria é a emissão reduzida ou removida de Gases de Efeito Estufa (GEE). Esse mercado incentiva novas oportunidades de investimentos no setor de energia elétrica, especialmente em geração, e influencia tanto a economia como a matriz energética dos países signatários não constantes no Anexo 1, ou seja, dos países “hospedeiros” de projetos baseados no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL<sup>1</sup> (1).

<sup>1</sup> A proposta do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) consiste em que cada tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial. Isso possibilita aos países em desenvolvimento, como o Brasil, utilizar o MDL e os recursos dele advindos como forma de promover seu desenvolvimento sustentável.

O MDL favorece somente os empreendimentos/projetos que advêm, necessariamente, de atividades que reduzam as emissões de GEE ou que removam o CO<sub>2</sub>. Essas atividades de projeto (*project activities*) estão aptas a gerar “créditos de carbono”, desde que relacionadas, necessariamente, às seguintes modalidades (2):

- fontes renováveis e alternativas de energia;
- eficiência/conservação de energia;
- reflorestamento e estabelecimento de novas florestas.

Desse modo, abriram-se oportunidades de cruzar políticas regionais com projetos que visam alcançar a estabilização das concentrações de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. O aumento da preocupação com a emissão desses gases transformou os mercados mundiais de energia, atribuindo valor econômico aos recursos ambientais, por meio de preços e quantificações de bens e serviços ambientais (3). O poder e a dinâmica das políticas de preservação do meio ambiente se estruturaram em torno de interesses econômicos e políticos, que estimulam novos empreendimentos no setor de energia elétrica. Neste sentido, muitos países latino-americanos se estruturaram para atrair investidores, criando instituições e regulamentações, a fim de nortear a conduta dos agentes econômicos e minimizar o risco dos investidores em razão da clareza das regras e das garantias proporcionadas pelo país hospedeiro (4).

O Brasil representa um nicho de mercado atrativo para empreendimentos em fontes renováveis de energia (eólica, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas, entre outros) e em eficiência energética (co-geração, otimização de plantas industriais e de linhas de transmissão, entre outros), todos eles com relevante potencial de créditos de carbono – Certificados de Emissões Reduzidas (CER). Porém, não é o único.

Este artigo é um dos produtos advindos da parceria entre o Laboratório de Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Catarina, e a Eletrosul, diante dos programas de P&D da ANEEL.

## 2.0 - AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PROJETOS DE MDL

Uma decisão precisa ser tomada quando se está diante de um problema que possui ao menos duas dimensões conflitantes e mais do que uma alternativa de solução. Deste modo, qualquer organização empresarial de porte possui objetivos estratégicos e

*apesar deles freqüentemente não estarem escritos explicitamente, esses objetivos têm o propósito de guiar todo o processo de decisão. (...) Os objetivos estratégicos devem prover uma direção comum para todas as decisões e para todas as oportunidades de decisão. (...) Se esses objetivos estratégicos não são cuidadosamente definidos e comunicados, a direção tomada é mínima e algumas decisões simplesmente não farão sentido num contexto mais amplo (5) .*

A avaliação de investimentos em empreendimentos de transmissão e geração de energia elétrica diante da consolidação do mercado de créditos de carbono envolve múltiplos critérios quantitativos e qualitativos, em que coexistem diferentes alternativas com retornos diferenciados (quantitativos e qualitativos). Na tomada de decisão os valores envolvidos geralmente são mais relevantes que as alternativas a serem consideradas. Deste modo, no processo de decisão que hierarquiza os investimentos, fica evidente que as alternativas são apenas meios para alcançar aqueles valores.

O processo de tomada de decisão convencional geralmente avalia as alternativas de investimento via análise custo-benefício. Neste sentido é que reside uma das diferenças fundamentais no emprego da metodologia multicritério. Quando os objetivos não estão definidos ou parcialmente definidos em relação aos valores da empresa (decisor), os critérios e dados para avaliar estas alternativas não são provavelmente tão úteis quanto deveriam. Portanto, caso os objetivos não estejam explícitos na tomada de decisão, o julgamento de cada alternativa e a hierarquização dos investimentos será comprometido.

### 2.1 Métodologia multicritério de apoio à decisão

O método multicritério avalia as ações segundo um conjunto de atributos e valores do decisor. Cada critério é uma função matemática que mede a performance das ações potenciais com relação a um determinado atributo. Neste enfoque, deseja-se otimizar essas funções de forma simultânea.

Dentro de um processo decisório, diversos elementos relacionados ao problema podem se revelar importantes segundo os julgamentos dos atores sociais envolvidos. Bana e Costa (6) afirma que esses elementos primários de avaliação dividem-se em duas categorias complementares: (i) os objetivos dos atores sociais; (ii) as características das ações, que constituem um Ponto de Vista.

#### 2.1.1 Pontos de Vista Fundamentais (PVFs)

O enquadramento do processo decisório, segundo Keeney (5), é formado pelo conjunto de ações potenciais associado aos pontos de vista fundamentais dos decisores. De acordo com Darci Schnorrenberger (7) um ponto de vista é a representação de um valor considerado importante o suficiente pelos atores para ser levado em

consideração, explicitamente, no processo de avaliação das ações, ou seja, um fim em si mesmo, uma vez que traduz os valores dos atores.

Podem-se decompor os PVFs em Pontos de Vista Elementares (PVEs)<sup>2</sup>, permitindo uma melhor avaliação do desempenho das alternativas no ponto de vista considerado. Com isso, permite-se uma maior compreensão do que um PVF pretende considerar. Segundo Keeney (5), os PVFs devem ser os mais úteis possíveis para avaliar as alternativas, identificando oportunidades de decisão e guiando todo o processo de tomada de decisão (9) e (10). Assim, um ou mais PVEs auxiliam na definição de um PVF e na construção da estrutura de avaliação das ações de forma direta ou indireta, bem como são úteis na geração e na definição de novas ações. Desse modo, com o objetivo de melhorar a visualização e o entendimento do decisor sobre o problema, os candidatos a Pontos de Vista Fundamentais são organizados em uma estrutura arborescente - Árvore de Pontos de Vista (6), como indicado na FIGURA 1.

A estrutura do modelo é baseada na lógica de decomposição: um critério ( $g_i$ ) complexo de ser mensurado pode ser decomposto em sub-critérios de mais fácil mensuração, ou seja, o critério de nível hierárquico superior é definido pelos sub-critérios de nível hierárquico inferior que estão conectados pela árvore. Os critérios de nível hierárquico inferior devem possuir as propriedades de serem mutuamente exclusivos e de definir por completo o nível hierárquico superior, ao qual estão conectados. Na FIGURA 1, o critério  $g_{1,2}$  é completamente definido e mensurável pelos sub-critérios  $g_{1,2,1}$  e  $g_{1,2,2}$ .

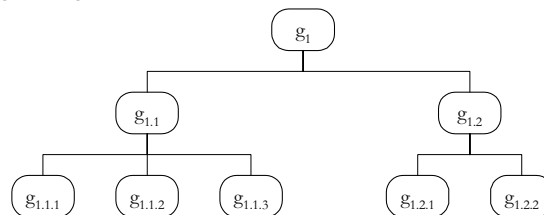


FIGURA 1 - Estrutura do modelo multicritério de apoio à decisão, adaptado de Ensslin (8).

De acordo com Bana e Costa (6), um ponto de vista fundamental deve obedecer às seguintes propriedades:

- Consensualidade - todos os atores devem considerar os valores representados pelo PVF como sendo realmente importantes.
- Inteligibilidade - auxilia o processo de tomada de decisão, bem como permite a elaboração das preferências dos atores como um instrumento que sirva de base à comunicação, à argumentação e à confrontação de valores e Convicções entre estes mesmos atores.
- Isolabilidade - permite avaliar ações segundo este PVF considerando todos os demais constantes.

A isolabilidade e a independência<sup>3</sup> do ponto de vista proporcionam duas conseqüências fundamentais, segundo Ensslin (8). A primeira é a possibilidade de realizar uma avaliação local, ou seja, medir a performance de um determinado PVF, independente da performance dos outros PVFs. A segunda é a factibilidade de realizar uma avaliação global, ou seja, determinar a performance global em todos os eixos de avaliação do modelo multicritério.

### 2.1.2 Construção da árvore de decisão

Para propiciar entendimento sobre o modelo decisório e também permitir que o consenso entre os atores envolvidos evolua, é necessário construir uma estrutura arborescente de pontos de vista. Para tanto, o primeiro passo é a identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs), que é obtido por técnicas como, por exemplo, de *brainstorm* ou o mapeamento de relações meios-fins, junto aos decisores.

Após a criação dos EPAs, os mesmos são numerados e agrupados em áreas de preocupação. Nessa etapa duas formas de visualização do problema surgiram. A primeira (FIGURA 2) gera uma visão macro do problema, analisada pelas áreas: aspectos técnicos, aspectos políticos, aspectos econômicos, aspectos socioambientais e estratégica empresarial. Na segunda forma (FIGURA 3), duas grandes áreas são analisadas: concepção de projeto e gestão estratégica, sendo a primeira intrínseca ao PDD (documento de concepção de projeto de MDL) e a segunda à Eletrosul. Não obstante, ambas as formas são constituídas pelos mesmos EPAs, apenas diferem no agrupamento. Todavia, segundo os decisores, a segunda forma de visualização foi preterida em relação a primeira, em virtude de expor o problema da maneira mais compreensiva e abrangente.

As FIGURAS 2 e 3 mostram os EPAs para cada área de preocupação, eles se encontram numerados nas caixas de texto dispostas abaixo dos pontos de vista fundamentais considerados para cada forma de visualização do problema: na FIGURA 2, a primeira forma de visualização e na FIGURA 3, a segunda forma.

<sup>2</sup> Darci Schnorrenberger (7), afirma que um Ponto de Vista Fundamental se distingue de um Ponto de Vista Elementar da seguinte forma: um PVF reflete um aspecto essencial apurado pelo decisor, ou seja, são os aspectos mais "fins", um PVE refere-se a aspectos mais complementares, mais "meios", que auxiliam a definir os aspectos mais fins.

<sup>3</sup> O teste de independência deve ser realizado entre os PVFs par-a-par. Se o PVF<sub>1</sub> é preferencialmente independente ao PVF<sub>2</sub> e vice-versa (ou seja, se a performance das ações em relação ao PVF<sub>1</sub> pode ser avaliada sem interferir na sua performance em relação ao PVF<sub>2</sub> e vice-versa), então eles são preferencialmente independentes. O mesmo teste pode ser empregado para os PVEs de um PVF. No caso da presença de dependência preferencial, devem-se considerar os candidatos a PVF como PVEs de um novo PVF, composto por eles.

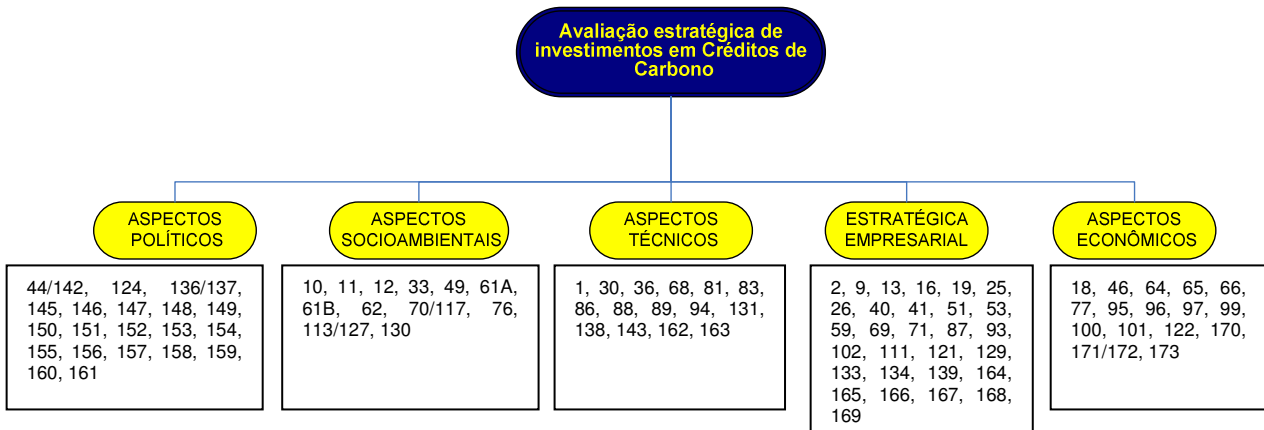


FIGURA 2 - Primeira opção de agrupamento dos EPAs

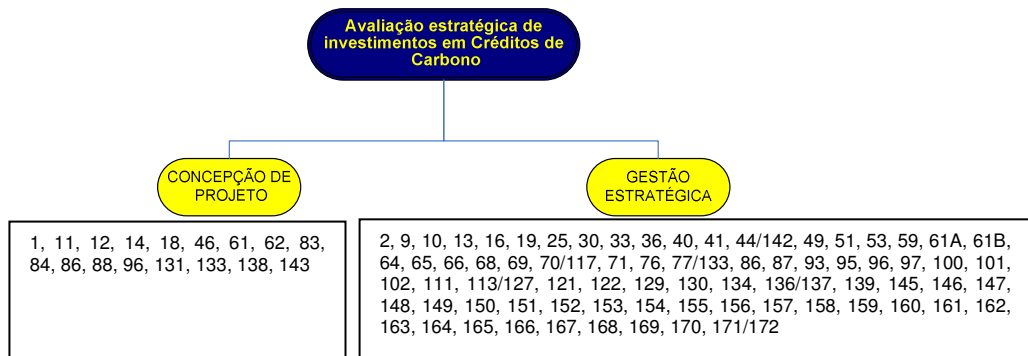


FIGURA 3 - Segunda opção de agrupamento dos EPAs

Após definir a opção de agrupamento, elabora-se o mapa de hierarquia de conceitos que representa a direção aos fins e meios relacionados por ligações de influência. O mapa<sup>4</sup> permite a compreensão das relações que existem entre os meios disponíveis aos decisores e os fins que eles desejam alcançar.

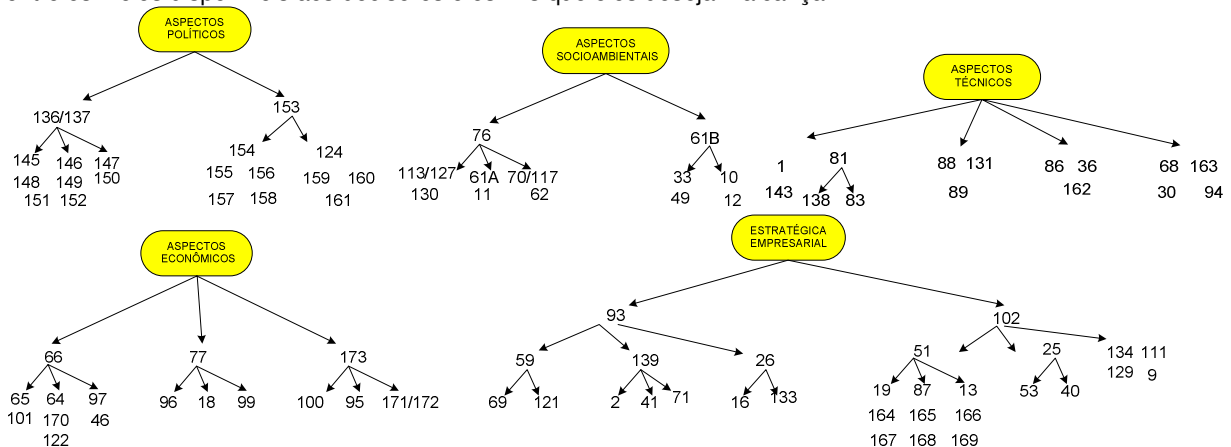


FIGURA 4 - Mapa de hierarquia de conceitos

Por meio do mapa de hierarquia de conceitos, é possível identificar os conceitos “cabeça” e “rabo” que evidenciam os meios para se chegar aos objetivos e, assim aplicar a técnica de *clusters*. A técnica de agrupamento consiste em verificar a presença de *clusters* no mapa (FIGURA 4). Segundo Ensslin (8), “um *cluster* é um conjunto de nós que são relacionados por ligações intra-componentes, e um mapa de relações de meios e fins é um conjunto de *clusters* relacionados por ligações inter-componentes”. A detecção de *clusters* leva a uma visão macroscópica do mapa. No caso em evidência, a detecção foi realizada manualmente, pelo agrupamento de conceitos com sentidos semelhantes e com interesse relevante para o decisor, demonstrado na FIGURA 5.

<sup>4</sup> Representa uma técnica de modelagem que visa retratar idéias, opiniões, valores, atitudes e o relacionamento entre eles, transformados em conceitos, segundo uma hierarquia de valores de uma forma acessível para permitir o estudo e a análise do problema e identificar as grandes preocupações através de um diálogo construtivo com os decisores.

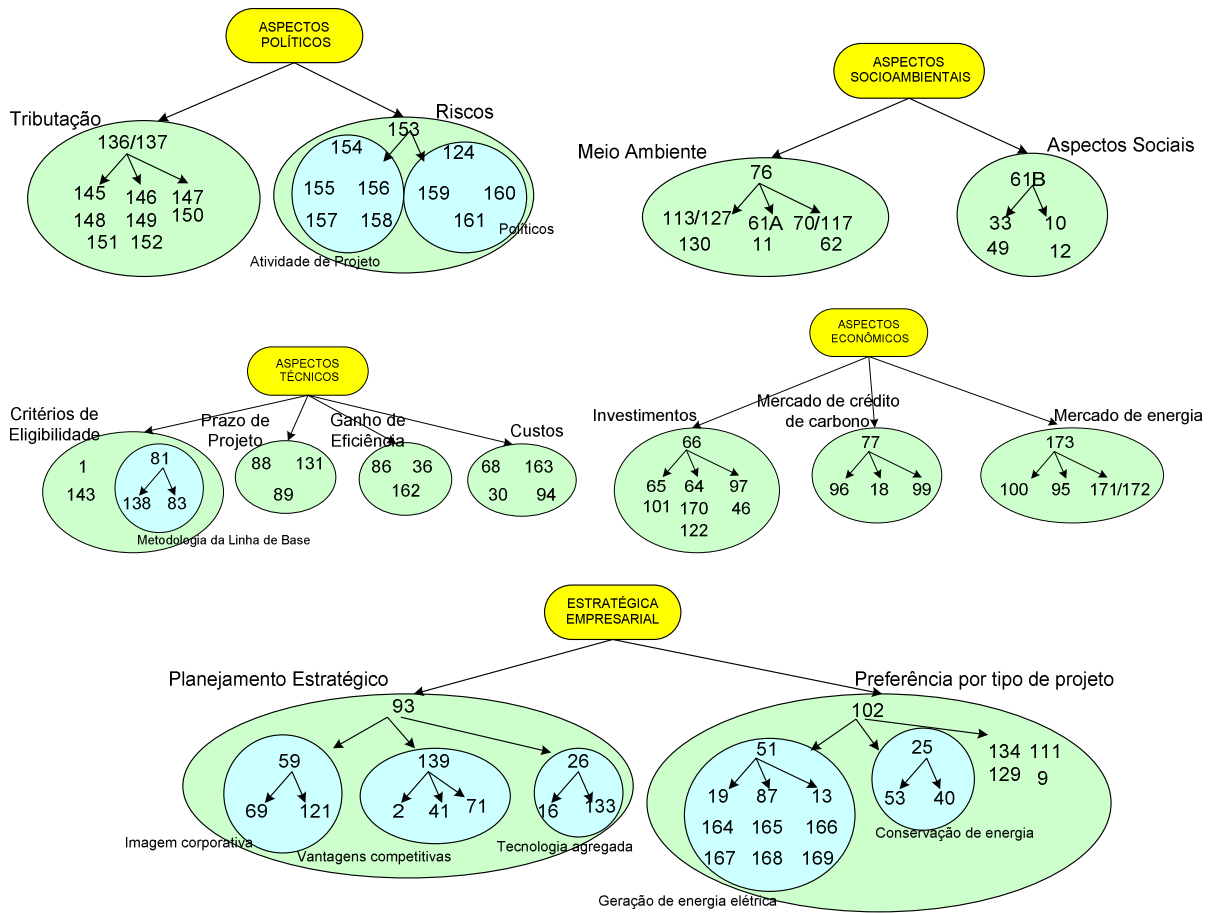


FIGURA 5 - Aplicação da técnica de *cluster*

Após a implementação da técnica de *cluster* se obtém a estrutura arborescente (FIGURA 6), conquanto ressalta-se que as decisões tomadas pela equipe de pesquisa para elaboração da árvore de decisão resultaram das seguintes premissas de modelagem:

- a árvore tratará apenas das variáveis de auxílio à decisão exclusivamente em créditos de carbono, excluindo-se critérios estudados e/ou já analisados outrora por departamentos especializados da Eletrosul;
- a árvore apoiará a decisão ao diferenciar projetos já analisados e integrantes do programa de investimentos (portfólio) da Eletrosul, sob a ótica dos créditos de carbono.



FIGURA 6 - Árvore de decisão multicritério

### 2.1.3 Descritores

Uma vez definidos os pontos de vista, inicia-se o processo de avaliação das ações potenciais conforme os eixos de avaliação, visando construir um critério para mensuração da performance de cada ação. Para isso, cada critério é associado a uma função valor (ou utilidade), formando, então, um descritor. A construção de descritores para cada PVF permite clarificar o seu significado, tornando-o inteligível e afastando a possibilidade de ambigüidade quanto às características das ações que o PVF enseja (11).

Para Bana e Costa (6), um descritor é um conjunto de níveis de impacto associados a um objetivo que descreverá e hierarquizará as possíveis conseqüências das alternativas (FIGURA 7) permitindo a mensuração do desempenho da ação. Assim, é possível constatar que os descritores reforçam o entendimento da preocupação do decisor e devem ser expressos de maneira clara, ou seja, não dando margem para múltiplas interpretações.

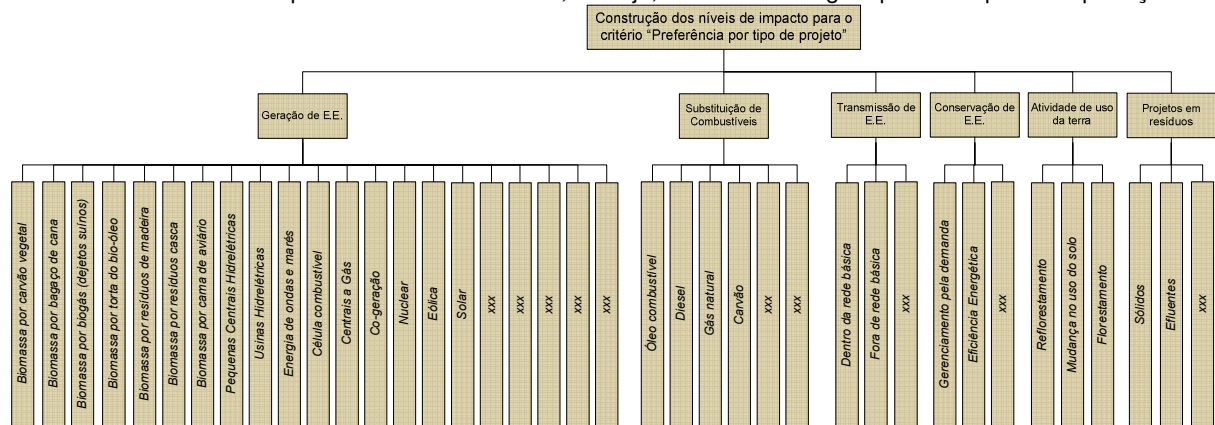


FIGURA 7 - Árvore multicritério utilizada para construir o descritor associado ao sub-PVE "preferência por tipo de Projeto".

Um descritor possui as seguintes propriedades (8):

- Mensurabilidade - agregar informações adicionais ao ponto de vista, permitindo quantificar a performance de uma ação de forma clara;
- Operacionalidade - medir todos os possíveis estados da ação, colocando de forma hierárquica o grau de preferência dos atores para aquela dimensão e permitindo, assim, mensurar um aspecto independentemente de qualquer outro aspecto considerado;
- Compreensibilidade - possibilitar o entendimento de todos, não existindo níveis subjetivos, descrevendo características em condições de mensuração e identificação.
- 

Para balizar a escala em todos os critérios, os níveis 'Bom' e 'Neutro' são determinados em cada descritor como níveis de referência e estabelecidos pelo decisor. De uma forma geral, pode-se dizer que o nível 'neutro' em um descritor serve como referência para indicar que, abaixo daquele ponto, o decisor considera que estariam as ações com repulsividade - que se referem a uma situação não satisfatória. Acima do nível 'neutro' estariam as ações com uma atratividade positiva, referindo-se a uma situação de satisfatória para boa (7).

Do mesmo modo, ao estabelecer um ponto 'bom', o decisor fixa um ponto de referência em que, abaixo deste, no intervalo compreendido entre o nível 'neutro' e 'bom' estariam compreendidas a maioria das ações que teriam impacto no descritor. Já, acima do nível 'bom', estão as ações que possuem uma grande atratividade, pois se referem a uma situação acima das expectativas do decisor, conforme FIGURA 8.

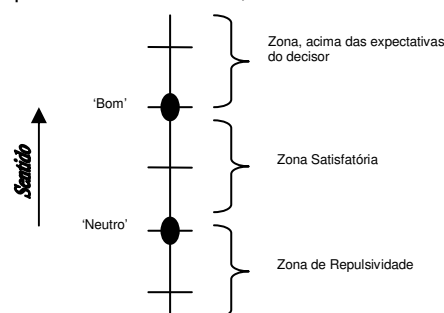


FIGURA 8 - Exemplo de 'neutro' e 'bom', adaptação de Ensslin (8).

Matematicamente, um modelo multicritério é permeado por descritores qualitativos e quantitativos sob diferentes escalas e unidades (12). Deste modo, para que os descritores possam ser comparados para o estabelecimento dos *trade-offs* e conseqüente otimização, é necessário ancorá-los em dois níveis de referência: o nível neutro que equivale a 0 (zero) e o nível bom que equivale a 100 (cem). Isso faz com que todos os critérios tenham a mesma diferença numérica (que neste caso é 100 pontos) entre os níveis de impacto 'neutro' e 'bom'. (6).

A função valor ou utilidade, associada ao critério, permite avaliar as ações potenciais sobre a escala cardinal<sup>5</sup> do critério, segundo Keeney e Raiffa (13), e auxiliar na articulação das preferências dos decisores. A função utilidade descreve a escala de valores “capturada” pela atitude dos decisores na direção da tomada de riscos. A proposta de uma função utilidade, segundo Hobbs e Meier (14) é encontrar alguma função  $U_i(a_j)$  para cada atributo  $A_i$ , tal que o decisor possa optar entre uma alternativa X ou Y, segundo os seus respectivos valores esperados,  $E\{U(a_j)\}$ , ver EQUAÇÃO (1). As características para aplicação da função utilidade são as seguintes:

- Caracterizar a distribuição de probabilidade  $P(a_j)$  de  $a_j$  para cada opção  $j$ .
- Criar uma função utilidade de atributo singular.
- Calcular a utilidade esperada  $E\{U_i(a_j)\}$  do atributo  $i$  para cada  $j$ .

$$E\{U_i(a_j)\} = \int P_{ij}(a_j) U_i(a_j) da_j \quad (1)$$

Em que:

$P_{ij}(a_j)$  - Função densidade probabilidade do atributo  $i$  para a alternativa  $j$ ;

$U_i(a_j)$  - Função exponencial determinada por uma função valor determinística,  $V_i(a_i)$ , de escala de 0 (pior) a 1 (melhor), para um atributo  $a_i$  usada como modelo de risco para o decisor.

Nesta modelagem, adotaram-se funções valor em vez de funções utilidade, pois não há probabilidade associada,  $P(a_j)$ , ao descritor. Todavia, isso não implica na impossibilidade de avaliar as diferentes atitudes frente ao risco de cada decisor. De fato, um descritor associado a uma função densidade probabilidade faz uma diferença significativa na tomada de decisões. Conquanto, as funções valor, também, captam por meio da escala cardinal o comportamento do decisor frente a risco, sem um prejuízo relevante a otimização multicritério e com ganho na operacionalidade.

#### 2.1.4 Taxas de substituição (*Trade-offs*)

As taxas de substituição de um modelo multicritério representam a perda de performance que uma ação potencial deve sofrer sobre o ponto de vista para compensar o ganho de desempenho em outro. A necessidade destas taxas é revelada na avaliação das ações potenciais, local e global. Nesse último caso tem que se definir o tipo da função, segundo Hobbs e Meier (14): (i) função de agregação aditiva; (ii) a função de agregação produtiva. A função de agregação aditiva é obtida da seguinte forma,

$$V(a) = \sum_{\substack{i=1 \\ n \in L_j}}^n w_i v_i(a) \quad , \quad \sum_{\substack{i=1 \\ n \in L_j}}^n w_i = 1 \quad (2)$$

analogamente, a função de agregação produtiva é obtida como em,

$$V(a) = \prod_{\substack{i=1 \\ n \in L_j}}^n [v_i(a)]^{w_i} \quad , \quad \sum_{\substack{i=1 \\ n \in L_j}}^n w_i = 1 \quad (3)$$

em que:

$V(a)$  → Valor global da ação  $a$ .

$v_1(a), v_2(a), v_3(a), \dots, v_n(a)$  → Valor parcial da ação  $a$  nos critérios  $1, 2, 3, \dots, n$ .

$w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  → Taxas de substituição dos critérios  $1, 2, 3, \dots, n$ .

$n$  → Número de pontos de vista do modelo no nível hierárquico  $L_j$

As taxas de substituição são consideradas como constantes de escala, que transformam valores locais de preferência em valor globais. Existem diversos métodos para obtenção das taxas de substituição, porém o procedimento mais usual é a comparação par a par semelhante ao julgamento semântico utilizado para determinar as funções valor. A comparação visa a ordenação preferencial dos critérios e pode ser auxiliada nos casos em que torna-se difícil a ordenação pela matriz de Roberts (15). As desvantagens deste método residem nas taxas a serem obtidas de maneira indireta e isto exige uma pré-ordenação dos critérios por preferências, sendo que por vezes, não se consegue fornecer taxas de substituição que contêm os julgamentos qualitativos dos decisores.

### 3.0 - CONCLUSÃO

A metodologia multicritério é exequível para problemas parcialmente estruturados ou não estruturados, desta forma a estruturação afeta decisivamente o resultado final da otimização multicritério e, conseqüentemente, a hierarquização das alternativas pareto-relevantes. Portanto, estruturas diferentes para atender o mesmo objetivo

<sup>5</sup> A preferência ordinal implica no ordenamento das alternativas (ações/performance) que não considera a intensidade das preferências. Essa abordagem permite, por exemplo, afirmar que a primeira escolha do decisor é preferível a segunda escolha, mas não especifica quão preferível é a primeira opção. A preferência cardinal implica que a intensidade das preferências pode ser quantificada. Uma classificação ordinal é suficiente para ordenar as escolhas/ações do decisor de acordo com suas preferências.

implicam na atribuição de *trade-offs* entre pontos de vista fundamentais e elementares. Ademais, o modelo auxilia e agiliza a decisão em investimentos ao quantificar e priorizar as alternativas na direção dos objetivos fundamentais, documentar como as decisões são tomadas, detalhar cada passo e analisar as implicações e consequências dos critérios examinados. Em consequência, o decisor consegue:

- minimizar o risco de investimento de projetos pelo MDL;
- aumentar a atratividade de hospedagem desses projetos;
- incorporar, entre outros, critérios jurídico-tributários e financeiros na avaliação estratégica de investimentos em MDL.

Os aspectos jurídicos e institucionais não são comumente parte da análise de investimentos. Porém, em razão das especificidades do mercado internacional de carbono e dos condicionantes que envolvem a elegibilidade dos projetos de MDL, tais aspectos se tornam crucial nas análises das alternativas de investimento. A incorporação dos valores estratégicos da empresa na tomada de decisão juntamente com atributos quantitativos e qualitativos de cunho socioambiental e político são necessários e mensuráveis pela metodologia multicritério.

O artigo é parte do esforço do trabalho em Pesquisa e Desenvolvimento do Laboratório de Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica (LabPlan) vinculado a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com a Eletrosul Centrais Elétricas S.A, subsidiária das Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobrás), e vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que atua nos segmentos de transmissão de energia em alta e extra-alta tensão e geração de energia elétrica.

#### 4.0 - REFERÊNCIAS

- (1) SICA, Everthon T., CAMARGO, C Celso de Brasil, GARCIA, David F H, CARVALHO, Clóvis N. Investments in Clean Development Mechanism Projects in Latin America and Diversification of the Regional Electrical Energy Matrix, in: IEEE/PES/T&D, Transmission and Distribution Latin America, Caracas, 2006
- (2) SICA, Everthon T., CAMARGO, C Celso de Brasil, CARVALHO, Clóvis N, GARCIA, David F H, RODRIGUES, Vanessa C. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e as Oportunidades de Investimentos e Negócios para o Setor de Energia Elétrica Brasileiro, in: X SEPOPE, Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, Florianópolis, 2006
- (3) SICA, Everthon T., ARANHA NETO, Edison .A. C., CECHINEL, C., CAMARGO, C Celso de Brasil,, CARVALHO, Clóvis N., ROSA Luis F. de C. O Desenvolvimento da Geração Distribuída por meio de Energias Alternativas Estimulado pelo Mercado de Créditos de Carbono no Brasil, in: CLADE, Congreso Latinoamericano de Distribución Eléctrica, Mar del Plata, 2008
- (4) SICA, Everthon T., ARANHA NETO, Edison .A. C., CECHINEL, C., CAMARGO, C Celso de Brasil,, CARVALHO, Rafael T., OKUDA Bruno S. O Incentivo dos Países Latino-Americanos aos Projetos de MDL e a Análise de Investimentos na Geração e Transmissão de Energia Elétrica no Brasil: um estudo de caso, in: XII ERIAC, Encuentro Regional Iberoamericano de CIGRÉ, Puerto Iguazú, 2009
- (5) KEENEY, R. L. Value-focused thinking: a path to creative decision making”, Cambridge: Harvard University, 1998
- (6) BANA E COSTA, Carlos A. Structuration, construction et exploitation d'un modèle multicritère d'aide à la decision, Universidade Técnica de Lisboa, Tese de doutorado, 1992
- (7) SCHNORRENBURGER, Darci. Construção de um Modelo de Avaliação do Desempenho de uma Divisão de Análise Contábil para Identificar Aperfeiçoamentos Utilizando Metodologia Multicritério, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999
- (8) ENSSLIN, Leonardo, MONTIBELLER-NETO, Gilberto e NORONHA, Sandro M. Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas, Florianópolis: Editora Insular, 2001
- (9) ARANHA NETO, Edison A. C. Alocação de Chaves Automatizadas em Redes de Distribuição Utilizando Múltiplos Critérios”, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004
- (10) SICA, Everthon T., ARANHA NETO, Edison A. C., SPERANDIO, M., CAMARGO, C Celso de Brasil, COELHO, J., RAMOS, Rodrigo. Modelaje Multicriterio y Sistema de Apoyo a la Decisión y Ubicación de Llaves en la Red de Distribución, in: CIDEL, Congreso Internacional de Distribución Eléctrica, Buenos Aires, 2006
- (11) SILVA JR., F. F. Utilização de uma metodologia multicritério na seleção de rotas para linhas de transmissão, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996
- (12) SALDAÑA, Ramiro. Modelo de Apoio ao Processo Decisório para Gerar Oportunidades de Aperfeiçoamento ao Centro de Informática da Universidade Católica de Pelotas, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999
- (13) KEENEY Ralph L., RAIFFA, Howard. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs, Cambridge: Cambridge University Press, 1993
- (14) HOBBS, Benjamin F., MEIER Peter. Energy Decisions and the Environment: A Guide of the Use of Multicriteria Methods, Norwell: Kluwer, 2000
- (15) ROBERTS, Fred S. Measurement theory: with applications decision making, utility, and the social sciences, in: ROTA, G. C. Encyclopedia of mathematics and its applications, vol. 7, London: Addison-Wesley, 1979