

ATRATIVIDADE FINANCEIRA E TOMADA DE DECISÃO EM PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Décio Cicone Junior¹

Fábio Correa Leite¹

Miguel Edgar Morales Udaeta¹

José Aquiles Baesso Grimoni¹

RESUMO

Este artigo discute a análise financeira de projetos de eficiência energética sob a perspectiva do fornecedor de capital. Dessa forma são exemplificadas as limitações de uma análise sem rigor financeiro, e é proposta uma alternativa para incluir projetos de eficiência energética na pauta de oportunidades disponíveis para qualquer investidor. O artigo ainda apresenta a importância da consideração dos aspectos qualitativos na tomada de decisão para escolha de projetos de eficiência energética. É apresentada a metodologia que considera os aspectos qualitativos e também o software que a implementa. Por fim, é realizado um exemplo completo com as análises de sensibilidade.

Palavras Chaves: Análise financeira, eficiência energética, investimentos de capital, Análise qualitativa, Método de análise hierárquica.

¹ PEA/USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Luciano Gualberto, Travessa 3, 158; CEP 05508-900; São Paulo – SP, Brasil. Tel.: 11-9647-5156 / 11-3091-2646. eMail: decio.cicone@poli.usp.br / Fabio.C.Leite@bra.dupont.com.

1. INTRODUÇÃO

A crescente disponibilidade de capital propiciada pela baixa rentabilidade dos produtos financeiros oferecidos, sobretudo no primeiro mundo, e a escalada de preços da energia nas últimas décadas têm despertado maior interesse em investimentos em energia. Uma alternativa interessante para esses investidores são os projetos de eficiência energética.

Entretanto, analisar essas oportunidades apenas sob a esfera gerencial torna esses investimentos menos competitivos uma vez que o investidor necessita de informação para determinar onde aplicar seu capital.

A captação de recursos para investimentos é quase sempre limitada, e gerentes tendem a favorecer o negócio principal da empresa em detrimento às funções auxiliares, incluindo energia [Russell, 2003].

Nesse sentido propõe-se uma maneira de analisar projetos de eficiência energética em parâmetros equivalentes a qualquer outro projeto de expansão, aquisição, fusão, etc, mas incluindo também no processo de decisão elementos que não fazem parte do expediente tradicional dos tomadores de decisão, como os fatores qualitativos.

A análise financeira de um projeto envolve os seguintes elementos que subsidiam a tomada de decisão do investidor:

- Análise do retorno financeiro
- Análise do risco
- Definição de critérios para tomada de decisão

Esse artigo pretende discorrer sobre algumas particularidades que, se somados aos difundidos métodos de análise financeira como NPV² e IRR³, podem tornar os projetos em eficiência energética mais atrativos do ponto de vista financeiro e mais do que isso, quantificar aspectos qualitativos ou mesmo considerar os aspectos qualitativos na tomada de decisão.

2 NPV – Net Present Value ou Valor Presente Líquido é o equivalente a uma soma futura calculada no presente considerando uma taxa de juros.

3 IRR – Internal Rate of Return ou Taxa de Retorno é a taxa que torna o NPV de um investimento igual a zero.

2. ATRATIVIDADE FINANCEIRA

Indústrias que fazem uso de grande quantidade de utilidades (energia elétrica, água industrial, vapor, água gelada, etc) são em sua maioria indústrias de capital intensivo. O processo de crescimento de uma indústria de capital intensivo demanda grandes investimentos e existe um limite para o endividamento bancário de longo prazo para essas empresas. Nesse caso, essas empresas podem recorrer ao mercado de ações como alternativa de financiamento. Mas em empresas de capital intensivo a baixa relação retorno sobre o ativo deve ser compensada com altas margens de lucro para atrair investidores.

Investidores em ações geralmente não estão dispostos a prover parte de seus recursos para gerar reserva de capital para projetos de energia. O investidor enxerga qualquer investimento como uma relação risco x retorno para qualquer tipo de projeto.

Essa premissa coloca os projetos de eficiência energética em igualdade financeira com projetos de novos produtos, expansões, etc.

Existe então a necessidade de mostrar ao investidor porque ele pode investir em um projeto que economizará alguns milhares de reais em energia elétrica a um projeto que aumentaria as vendas, o tamanho da empresa e conseqüentemente os lucros.

2.1. Análise financeira de um projeto

Há diversas metodologias bastante conhecidas para análise de projetos, porém os investidores estão habituados a observar apenas alguns parâmetros que facilitam comparações entre oportunidades. Entre elas, as mais conhecidas são o Payback simples, fluxo de caixa descontado para cálculo do NPV e IRR.

Quando evitar o modelo do payback simples?

O modelo do payback simples dá uma medida grosseira do risco de investimento [Higgins, 2007] e serve para uma comparação rápida de projetos com mesmo ciclo de vida, porém limitados a fluxos de caixa constantes. Ou seja, paybacks maiores implicam riscos igualmente maiores. Mas na maioria dos casos ele falha em prover estimativas realistas principalmente porque não considera custo do capital no tempo.

Os modelos IRR e NPV

No exemplo a seguir é calculado NPV e o IRR de um conjunto de 2000 lâmpadas fluorescentes de 32W.

Tabela 1 – Dados da substituição de um conjunto existente de lâmpadas Fluorescentes 40W por 32W.

	Alternativa 1	Alternativa 2
Tipo de Lâmpada	Fluorescente	Fluorescente
Potência	40W	32W
No. Lâmpadas	2	2
Preço	R\$ 3,05	R\$ 8,40
Vida útil	8000h	8000h
Tipo de Reator	Conv-duplo	Eletr-duplo
Potência [W]	12W	1W
No. Reatores	1	1
Preço [R\$]	R\$ 16,3	R\$ 42,2
Vida útil	24000h	48000h
Potência Total	96W	65W
Tarifa Energia Média	R\$ 250/MWh	
Economia de energia anual	R\$ 83,7M	
Tempo de utilização	450h/mês	
Taxa de desconto	21,09%	
Ciclo de vida do projeto	10 anos	
Quantidade de luminárias	2000	

São considerados os custos de manutenção como substituição de lâmpadas e reatores de acordo com sua vida útil para elaboração do fluxo de caixa a seguir:

Tabela 2 – Fluxo de caixa projetado para substituição de lâmpadas Fluorescentes 40W por 32W em mil R\$.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Horas [mil h]	0	5	11	16	22	27	32	38	43	49	54
Investimento	(118)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Economia	0	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Manutenção	0	0	(21)	(21)	0	(21)	(21)	0	(21)	(106)	0
Econ Liq	(118)	84	62	62	84	62	62	84	62	(22)	84

O NPV calculado sobre a economia líquida é de R\$128M para um IRR de 61%. Sendo o NPV positivo e o IRR superior a taxa de desconto, isso significa que o projeto cria um valor de R\$128M em 10 anos se considerarmos apenas o fluxo de caixa pela economia e despesas previstas.

Por outro lado, é necessário ressaltar que o cálculo do NPV pela estimativa da economia e despesas previstas não traduz na realidade o valor criado para o investidor. Isso ocorre devido à necessidade contábil de incluir a depreciação dos ativos e impostos pagos adicionalmente em decorrência da economia gerada. Assim é necessário incluir esses dois itens no fluxo de caixa, como segue:

Tabela 3 – Complementação do fluxo de caixa projetado incluindo impostos e depreciação em mil R\$.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Econ Liq	(118)	84	62	62	84	62	62	84	62	(22)	84
Depreciação	0	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)
Lucro bruto	(118)	72	51	51	72	51	51	72	51	(34)	72
Tributos	0	(22)	(15)	(15)	(22)	(15)	(15)	(22)	(15)	10	(22)
Lucro Líq	(118)	50	35	35	50	35	35	50	35	(24)	50
Depreciação	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Lucro Líq + Depreciação	(118)	62	47	47	62	47	47	62	47	(12)	62

Foi considerada, a título de exemplo, uma alíquota de imposto de 30%. Assim, o novo cálculo, agora incluindo ao depreciação e tributos, fornece NPV R\$72M e IRR 44%, ou seja, uma atratividade financeira 43% menor. De fato, a atratividade financeira não é menor, mas apenas mais realista sob a perspectiva do investidor.

Outra consideração importante em relação ao NPV é sua deficiência em comparar projetos com ciclos de vida diferentes uma vez que ele mede o valor criado pelo empreendimento no período considerado. Nesse caso o mais adequado é utilizar o Fluxo de Caixa Equivalente Anual que mede o valor criado pelo projeto em uma forma anualizada (mais informações em [Higgins, 2007]).

Outro ponto negativo do NPV é o fato de que ele falha em medir a proporção do retorno pelo investimento. Ou seja, investimentos grandes geralmente têm NPVs grandes. Por exemplo um NPV de R\$1MM pode parecer bem interessante. Mas se o investimento foi de R\$100MM e o retorno acontece em 20 anos, esse investimento pode não mais parecer tão atrativo financeiramente. Nesse caso o Payback simples serve para dar uma idéia de grandeza do retorno em relação ao investimento e o IRR complementa a análise para uma comparação com o custo de captação.

Vale ressaltar a importância da depreciação que atende o ciclo de vida do projeto e tem impacto positivo nas finanças sob forma de redução de impostos. Isso significa que tempos diferentes de depreciação impactam no NPV e IRR. Se por exemplo houvesse um incentivo do estado onde o tempo de depreciação do investimento fosse reduzido para 5 anos, o novo NPV seria R\$78M e o IRR 46%, respectivamente superiores ao NPV R\$72M e IRR 44% calculados anteriormente.

2.2. Ganho de eficiência operacional (operating leverage)

O Ganho de Eficiência Operacional (operating leverage) é um importante indicador que norteia os investimentos dos acionistas uma vez que dá sinais do comportamento da empresa em tempos de crise.

A Eficiência Operacional é medida financeiramente pela relação entre margem de lucro bruta e o custo fixo. Ou seja, se uma empresa tiver um aumento de vendas e conseqüente aumento de lucros, mas acompanhado por um crescimento equivalente de custos fixos, é um indicador de que se houver uma crise ou perda de mercado para os competidores, a empresa não conseguirá reduzir seus custos fixos a mesma medida. Disso decorrerá a redução do lucro e conseqüente menor retorno ao acionista.

Sob essa dinâmica, é trivial que o crescimento de uma empresa esteja sustentado por aumento de vendas e redução proporcional do custo fixo. A energia está vinculada em grande parte como um custo variável, que

em um cenário de redução de vendas teria seu custo reduzido em igual proporção. Por outro lado, existe uma parte importante desse custo que é refletido em custo fixo. Exemplos desse custo fixo são depreciação, manutenção, funcionários, etc.

Se tornar mais competitivo em custos variáveis significa ter maior margem de negociação com clientes, ou seja, aumentar participação no mercado sem perda de rentabilidade. Já ter um ganho em Eficiência Operacional significa crescer de forma mais robusta pela otimização dos recursos.

Assim, tornar as instalações mais eficientes do ponto de vista energético é uma medida fundamental para manter um crescimento saudável do empreendimento.

2.3. Custo de capital e risco em um projeto de eficiência energética

A primeira consideração para analisar o retorno de um investimento, seja ele de eficiência energética ou qualquer outro, é determinar a taxa de captação de capital.

Dependendo da empresa e da fonte financiadora, há diversas formas de se financiar um projeto, como por exemplo:

- Retenção de lucros
- Empréstimo bancário de longo prazo
- Diminuição de inventário
- Mercado de ações
- Fornecedores
- Clientes

As últimas duas formas não são interessantes para as empresas porque não são sustentáveis. Assim, seja aumentando os prazos de pagamento para os fornecedores ou diminuindo os prazos de recebimento de clientes, haverá desgaste até o extremo limite do relacionamento comercial ser rompido e ambas as partes saírem prejudicadas.

A retenção de lucros é importante mas não deixa os acionistas satisfeitos uma vez que reduz o valor criado para o acionista naquele momento.

Já a redução de inventário não deve ser considerada como uma fonte de financiamento para um projeto específico, mas como uma oportunidade para a empresa tornar sua operação mais enxuta.

Nessa análise restam então o mercado de ações e os empréstimos bancários de longo prazo. Os empréstimos bancários normalmente são limitados porque as empresas operam em uma estrutura ótima de capital. Isso significa que o espaço para maior endividamento é limitado para que a empresa opere dentro dessa estrutura.

Finalmente resta o mercado de capitais onde é possível encontrar investidores dispostos a correr riscos maiores que os bancos por retornos também maiores.

Os investidores enxergam oportunidades versus riscos. Ou seja, existe uma relação descrita pela curva de aversão ao risco que mostra que a expectativa de retorno dos investidores aumenta frente ao risco que eles estão dispostos a correr.

Assim, estabelecendo uma relação entre o risco de toda a empresa, não apenas o projeto específico, com o resto do mercado naquele momento, é possível calcular a taxa de captação. Assim, o custo de capital de uma empresa baseia-se nos rendimentos que os fornecedores de capital dessa empresa poderiam ter obtido sobre investimentos alternativos de risco semelhante. [Higgins, 2007].

Sob essa perspectiva, é possível então ajustar a taxa de desconto de um projeto ao risco que ele representa para o investidor. Isso afetará negativamente o NPV, mas servirá como uma alternativa para balizar diferentes oportunidades de investimento.

A taxa de captação de capital de uma empresa pode ser calculada por:

$$K_W = \frac{(1-t)K_D D + K_E E}{D + E} \quad (1)$$

Onde: t é alíquota de imposto, K_D é o retorno esperado sobre a dívida, D é o montante da dívida, K_E custo do patrimônio líquido e E é o montante de capital próprio na estrutura de capital da empresa. (mais informações em [Higgins, 2007]).

Entretanto, o custo de capital de uma empresa Kw não necessariamente reflete o custo de um projeto específico, uma vez que esse custo é um valor médio. Ou seja, de alguma maneira é necessário fornecer um prêmio ao investidor no sentido de tornar o projeto financeiramente atrativo se comparado às outras opções de investimento que ele dispõe. Por isso não é recomendado fazer uso da taxa de captação de capital da empresa como taxa de desconto de um projeto específico.

Nesse caso, as empresas normalmente definem prêmios de risco de acordo com o tipo de investimento como segue o exemplo a seguir (“hurdle rate”):

Tabela 4 – Prêmios de risco por tipo de investimento (Higgins, 2007)

Tipo de investimento	Taxa a.a.
Reposição ou reparo	7%
Redução de custos	9%
Expansão	11%
Novo produto	16%

Um investimento em eficiência energética pode ser considerado um projeto de redução de custos, assim, para avaliar a taxa de desconto é possível compor o retorno do investimento risco zero 12,09% a.a. (títulos do governo para desconto em 10 anos, [Bloomberg, 2007] com o prêmio de risco 9% a.a., ou seja, 21,09% a.a., a taxa utilizada para descontar o exemplo anterior.

Esse valor deve ser comparado com o IRR do projeto e com o custo de capital da empresa em questão para avaliar o real retorno que esse investimento propicia para o investidor. Sob essa ótica, o IRR deve ser superior ao ‘hurdle rate’ assim como ao custo de captação da empresa. Caso contrário, o acionista concluirá que seu capital está mal investido ou esse projeto específico não oferece retorno competitivo.

3. A INSERÇÃO DOS ASPECTOS QUALITATIVOS NA TOMADA DE DECISÃO

Em um projeto de eficiência energética muitas vezes só são considerados os aspectos monetários imediatos, porém, para que a tomada de decisão seja a mais completa possível deve-se ir além, deve-se quantificar aspectos qualitativos ou mesmo considera-los qualitativamente na tomada de decisão.

Isto gera uma série de dificuldades, pois a inserção de aspectos qualitativos de diversas naturezas dentro de um modelo de decisão quantitativo é muito complexo. Considerar o custo por kWh economizado é algo fácil de ser realizado, porém inserir aspectos como “apoio da comunidade local” é algo mais difícil de ser internalizado [Udaeta, 1997].

Para lidar com este tipo de problema na tomada de decisão há o Método de Análise Hierárquica, que utiliza o conceito de tomada de decisão estruturada em uma árvore de decisão com a utilização de comparações par-a-par das alternativas.

3.1. O Método de Análise Hierárquica (MAH)

O Método de Análise Hierárquica – MAH - (AHP – Analytic Hierarchy Process) é um poderoso e flexível método de tomada de decisão, ele auxilia a determinação de prioridades e também identifica a melhor opção dentro de várias alternativas possíveis, levando em conta tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos. Através da redução de decisões complexas a decisões comparativas par a par, o MAH não apenas ajuda tomadores de decisão a chegar na melhor opção como também proporciona um raciocínio claro do porquê tal alternativa é a melhor. O MAH é executado em três fases: estruturação, julgamentos e síntese dos resultados [Saaty, 1980].

Inicialmente para utilizar o MAH é necessário estipular os critérios e subcritérios de avaliação a serem utilizados, assim como todas as alternativas e organizá-las de maneira hierárquica, como exemplifica a figura 1. Essa organização pode ter quantos níveis forem necessários, sendo o nível superior sempre a meta a se alcançar e o mais inferior as alternativas. Os níveis intermediários são constituídos pelos critérios, seus subcritérios e caso necessário outros níveis mais baixos.

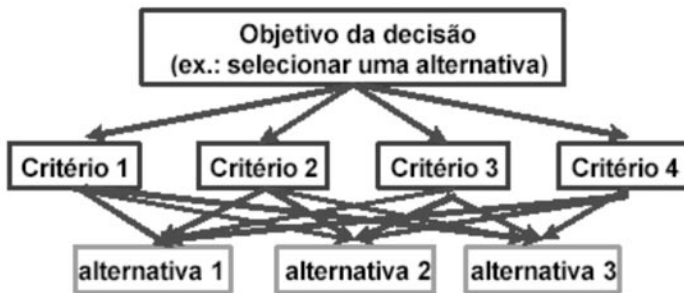


Figura 1: Modelo de árvore hierárquica para metodologia MAH.

Depois de definida a árvore hierárquica se inicia a avaliação dentro de cada nível. Esta avaliação é efetuada, normalmente, comparando aos pares as opções em cada nível, mas pode-se também realizar esta avaliação através de notas absolutas (rates). Ao se comparar par a par é utilizada uma escala de valores de 1 a 9 proposta por Saaty [Saaty, 1980], sendo:

1 = igual importância,

3 = um pouco mais importante,

5 = muito mais importante,

7 = claramente ou muito fortemente mais importante,

9 = absolutamente mais importante.

Caso necessário pode-se usar os valores intermediários, para se demonstrar com mais precisão qual a avaliação efetuada. Cada uma das alternativas é comparada com as outras dentro desta escala. Ao se terminar esta avaliação, podemos montar a equação 2, matriz Z de dimensão n por n, sendo n o número de itens a serem comparados.

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 & A & B & C & D \\
 A & \left[\begin{array}{cccc}
 1 & z_{12} & z_{13} & z_{14} \\
 1/z_{12} & 1 & z_{23} & z_{24} \\
 1/z_{13} & 1/z_{23} & 1 & z_{34} \\
 1/z_{14} & 1/z_{24} & 1/z_{34} & 1
 \end{array} \right] \\
 B \\
 C \\
 D
 \end{array}
 \end{array} \quad (2)$$

Na equação 2 os termos Z_{ij} são os valores fornecidos na comparação do item i com o em relação ao item j . Os termos Z_{ij} quando $i=j$ sempre serão iguais a 1 uma vez, que são relativos a uma alternativa sendo comparada com ela mesma, já os termos Z_{ji} são o inverso do termo Z_{ij} .

Com posse desta matriz podemos achar o vetor prioridade (vetor P) dentro desta comparação. Para tanto, é necessário normalizar a matriz a partir de suas colunas e após isso somar cada uma das linhas e dividir o resultado pelo número de elementos da linha. Assim, montaremos o vetor prioridade dentro desta comparação. Algo importante no método MAH é saber a consistência dos resultados gerados. Segundo Saaty (1980), a consistência de uma matriz recíproca e positiva é tão maior quanto mais próximo seu autovalor máximo estiver do número de atributos envolvidos no modelo, assim se espera que, em uma situação ideal: $\lambda_{\text{máx}}$ seja igual a n , onde $\lambda_{\text{máx}}$ é o autovalor máximo e n é o número de atributos envolvidos no modelo. Saaty(1980) utiliza uma variação do método acima, ela se chama Razão de Consistência (RC), que compara a equação 3 (dita "Índice de consistência – IC") com valores escolhidos de julgamentos aleatórios e seus recíprocos correspondentes, nas posições reversas de uma matriz de mesmo tamanho (dita "Índice randômico – IR").

Para se calcular este índice deve-se primeiramente encontrar, através de métodos matemáticos, o autovalor máximo da matriz (λ_{max}). Com posse deste valor calcula-se o IC, conforme indicado a seguir:

$$IC = \frac{\lambda_{\text{max}} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Após calcular-se IC, podemos calcular a Razão de Consistência (RC). Para calcular-se RC é necessário recorrer a tabelas que forneçam o valor do Índice Randômico (IR) para cada dimensão de matriz, como a que se segue:

Tabela 5 – Índice Randômico para a dimensão da Matriz (Saaty,1980)

Tamanho da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Após encontrar o valor de IR para a dimensão da matriz que se está trabalhando, calcula-se o valor de RC, pela fórmula $RC = IC / IR$

Caso RC seja menor ou igual a 0,1 o resultado pode ser considerado confiável, caso seja maior deve-se reavaliar as comparações efetuadas a fim de melhorar a consistência. Depois de efetuar este processo para os critérios de nível mais alto, repetem-se os passos com os critérios de um nível inferior, encontrando-se assim os pesos destes subcritérios dentro do critério superior. Após realizar este procedimento com todos os subcritérios podemos analisar as alternativas, dentro do subcritério mais inferior, com base na mesma método.

Ao se encontrar os pesos de cada alternativa dentro, do subcritério mais inferior pode-se construir o ranking geral. Conforme os passos a seguir:

- 1) Multiplica-se a prioridade da alternativa dentro do subcritério pela prioridade do subcritério.
- 2) Após fazer o passo 1 para todos os subcritérios de um determinado nível e subordinados ao mesmo critério ou subcritério de um nível imediatamente acima, soma-se seus resultados, e multiplica-se o resultado pelo peso do critério ou subcritério do próximo nível.
- 3) Repete-se o passo 2, mas agora em um nível superior.
- 4) Repete-se o passo 3, até chegar ao nível mais alto. Quando se alcançar este nível, o valor resultante será a prioridade total da alternativa.

Existem alguns softwares que implementam a metodologia MAH, entre eles o Expert Choice, o Super Decisions e o Decision Lens. O usuário deve para tanto inserir no software seus critérios, subcritérios e alternativas. A partir destes dados, o software monta planilhas de comparação, na qual o usuário deve “votar”. Ao terminar a votação o software automaticamente monta a matriz, calcula o índice de inconsistência, a razão de inconsistência assim como o peso normalizado com o ranking das alternativas. Nos softwares também há a possibilidade da utilização dos “ratings”, isto é, votação direta.

3.2. Exemplo de decisão com aspectos qualitativos em projetos de eficiência energética

Neste item será desenvolvido um exemplo de consideração dos aspectos qualitativos através da utilização do software Decision Lens, que implementa o MAH.

Como objetivo tem-se a “Escolha do projeto de eficiência”, os critérios foram divididos em dois, o “Econômico” e o “Socio-ambiental”. Para cada um dos critérios tem-se alguns sub-critérios, para o critério “Econômico” tem-se os sub-critérios “IRR”, “NPV” e “Risco”, já para o critério “Socio-ambiental” tem-se os sub-critérios “Melhor percepção de conforto”, “Maior geração de empregos” e “Menores impactos ambientais”. Por fim, neste exemplo, considera-se três projetos na tomada de decisão, a “Alt.1” é considerada como lâmpadas fluorescentes de 40W, a “Alt.2” é considerada como lâmpadas fluorescentes de 32W e por fim a “Alt.3” é considerada como lâmpadas compactas de 20W. A atenção neste exemplo deve ser dada ao método de decisão e não aos valores propriamente ditos. Esta árvore de decisão pode ser observada na Figura 2.

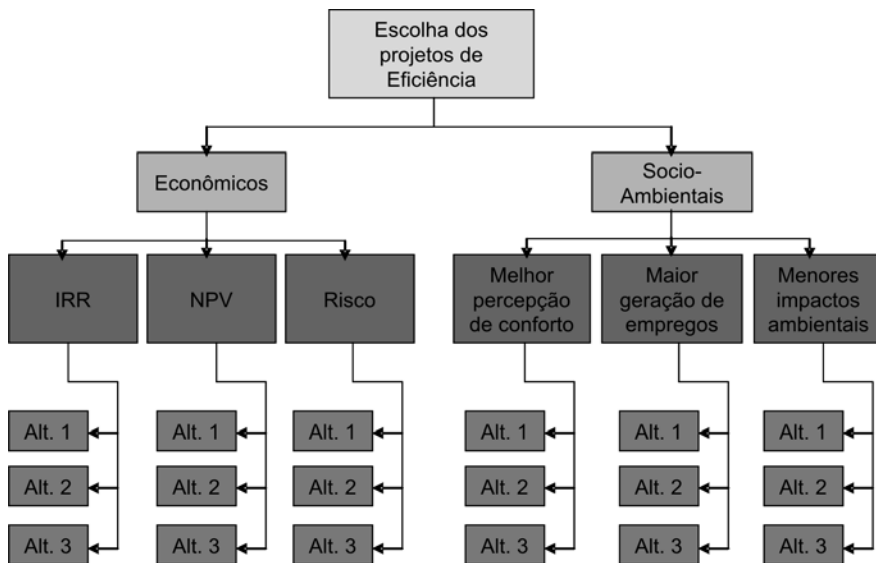


Figura 2: Árvore de decisão considerada no exemplo.

Nessa árvore de decisão há aspectos qualitativos e quantitativos. Utilizando a análise de cima para baixo inicia-se a decisão atribuindo a importância dos critérios, isto é, qual é mais importante o critério “Econômico” ou o “Socio-ambiental”.

Dentro dos sub-critérios também se utiliza a análise qualitativa através da comparação par-a-par e da escala verbal de Saaty, isto é, “IRR” com “NPV”, “NPV” com “Risco”, “IRR” com “Risco”, “Melhor percepção de conforto” com “Maior geração de empregos”, “Maior geração de empregos” com “Me-

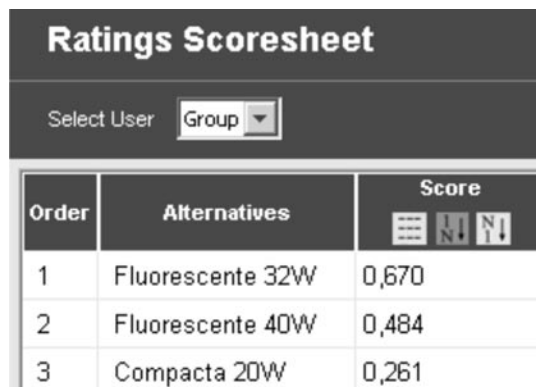
nores impactos ambientais” e “Melhor percepção de conforto” com “Menores impactos ambientais”.

Por fim, classifica-se as alternativas em relação a cada um dos sub-critérios, dessa forma temos alguns sub-critérios que devem utilizar as notas quantitativas e outros que serão notas qualitativas. Os quantitativos são os sub-critérios “IRR”, “NPV” e “Geração de empregos”. Os qualitativos são todos os outros.

Nos sub-critérios qualitativos faz-se a comparação par-a-par das alternativas através da escala verbal de Saaty. Já para os sub-critérios quantitativos utiliza-se o conceito de “ratings”. Ele é uma relação na qual para cada valor quantitativo atribui-se um outro valor de 0 a 1. Por exemplo, para o sub-critério “IRR” o ratings será definido como indo de 11% a 100%, dessa forma se alguma das alternativas tiver IRR igual a 55,5% a nota considerada será exatamente 0,5.

Os valores quantitativos não precisam do julgamento, pois são valores numéricos, já os valores qualitativos precisam de julgamento dos chamados “especialistas” ou a equipe envolvida na decisão, que neste caso serão os autores do trabalho [Udaeta, 1997].

De posse de todos os julgamentos realizados o software calcula todas as prioridades para cada nível em relação ao nível de baixo. Após isso o software faz a somatória de forma a calcular a prioridade para cada uma das alternativas. A resposta do software para o exemplo é apresentada na figura 3.



Ratings Scoresheet		
Select User	Group	
Order	Alternatives	Score
1	Fluorescente 32W	0,670
2	Fluorescente 40W	0,484
3	Compacta 20W	0,261

Figura 3: Resposta do software para o exemplo em estudo.

Da figura 3 percebe-se que para o exemplo a opção pelas lâmpadas fluorescentes de 32W.

O software Decision Lens ainda provê uma interessante ferramenta de análise de sensibilidade. Pode-se, por exemplo, variar em tempo real os pesos dos critérios “Econômico” e “Socio-ambiental” e verificar como a resposta se modifica. A figura 4 apresenta o gráfico de sensibilidade para os pesos originais enquanto a figura 5 com os pesos modificados.



Figura 4: Gráfico de sensibilidade para os pesos originais.



Figura 5: Gráfico de sensibilidade com os pesos modificados.

Este tipo de análise pode ser feita dentro dos sub-critérios. Há ainda o gráfico de sensibilidade onde a contribuição de cada parcela é identificada. Isto pode ser observado na figura 6.

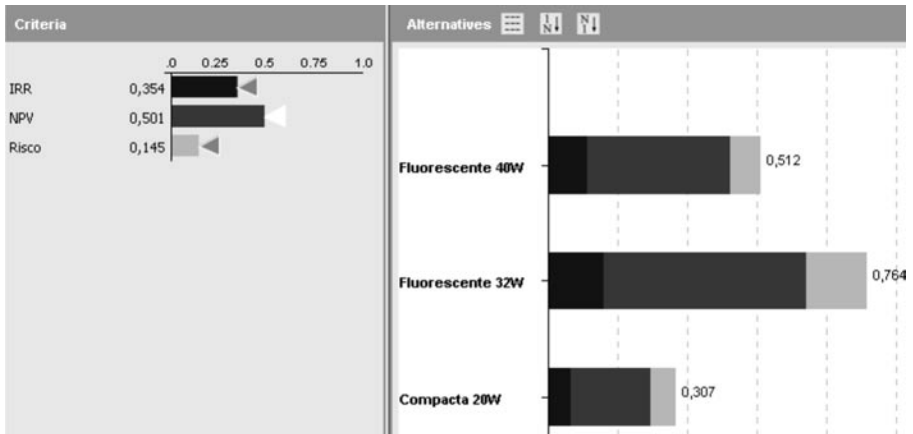


Figura 6: Gráfico de sensibilidade em barras dos sub-critérios Econômicos.

4. CONCLUSÃO

Uma reflexão mais aprofundada em relação a perspectiva do fornecedor de capital sobre projetos de eficiência energética leva necessidade de considerar detalhes contábeis que serão determinantes na comparação de projetos.

Os métodos do Payback, IRR e NPV têm deficiências conhecidas pelos investidores, mas ainda assim são úteis se utilizados com a devida precaução.

O cálculo do NPV pelo fluxo de caixa Economia x Despesas se mostrou ineficiente uma vez que não reflete o real retorno do investidor. Nesse caso, é necessário considerar depreciação de ativos e impostos. Além disso, o tempo de depreciação é fator determinante do retorno do acionista.

A inclusão de aspectos qualitativos na tomada de decisão é um fator muito importante para que a avaliação seja a mais completa possível e a decisão mais confiável. Costumeiramente eles são ignorados ou por falta de conhecimento dos fatores que influenciam na decisão ou pela dificuldade de serem internalizados.

O MAH mostrou-se um modo eficiente de solucionar o problema da consideração dos aspectos qualitativos na tomada de decisão de projetos de eficiência energética. Auxiliariamente ele se presta para suportar o desenvolvimento do processo decisório, que muitas vezes é ignorado.

De posse dos aspectos quantitativos calculados e dos aspectos qualitativos devidamente ponderados e considerados pode-se de forma eficiente e sistematizada determinar quais projetos de eficiência energética são mais interessantes para serem implementados.

5. REFERÊNCIAS

Higgins, Robert C. (2007). *"Analysis for Financial Management"* McGrawHill, New York

Udaeta, M. E. M. (1997). *"Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico –PIR(Pensando o Desenvolvimento Sustentado)"*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil.

Saaty, T.,L. (1980). *"The analytic hierarchy process: planning, priority setting resource allocation"*. McGraw-Hill, London.

Bloomberg website (2007) - <http://www.bloomberg.com/markets/rates/brazil.html>.

Russell, C.E.M. (2003) *"Strategic Industrial Energy Efficiency: Reduce Expenses, Build Revenues and Control Risk"*. Alliance to Save Energy Report, Washington

EPA Environmental Protection Agency (1998) *"Business Analysis For Energy-Efficiency*

Investments". Energy Star Buildings Manual