

# O USO DO MÉTODO AHP PARA AVALIAR O DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE QUE SE BENEFICIARAM COM OS ROYALTIES DO PETRÓLEO

Érica Werneck<sup>1</sup>  
Flavianne Brito<sup>1</sup>  
Isabela Vilaça<sup>1</sup>  
Quézia Manuela Laurindo<sup>1</sup>  
Roberto Acruche<sup>1</sup>  
Aldo Shimoya<sup>1</sup>  
Eduardo Shimoda<sup>1</sup>  
Ítalo de Oliveira Matias<sup>1</sup>  
Milton Erthal Jr.<sup>1,2</sup>

## Resumo

Muitos dos municípios do Estado do Rio de Janeiro obtêm, por meio dos royalties, uma parcela significativa dos recursos financeiros, o que exige uma gestão eficaz dos mesmos. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar qual município da Região Norte Fluminense apresentou destaque em seus índices que representam melhorias na qualidade de vida da população, utilizando, para isto, o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). O desempenho de nove municípios foi avaliado entre os anos de 2000 e 2010, considerando os seguintes critérios: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), renda *per capita*, saneamento, educação e expectativa de vida. Dados sobre a população e o recebimento dos royalties destes municípios foram analisados e discutidos. Quissamã apresentou destaque com 17,3% da preferência global. Outros critérios e metodologias de Auxílio Multicritério à Decisão devem ser testados para o aprimoramento deste modelo matemático, possibilitando, de forma clara e concisa, o monitoramento e a avaliação dos municípios beneficiados com o recebimento dos royalties e a sua relação com a melhoria da qualidade de vida de suas populações.

Palavras-chave: Auxílio Multicritério à Decisão; Método AHP; Estado do Rio de Janeiro.

<sup>1</sup>Universidade Candido Mendes – Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional e Mestrado em Engenharia de Produção.

<sup>2</sup>Instituto Federal Fluminense – Mestrado em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão.

Mestranda em Engenharia de Produção (erica87\_adm@hotmail.com)

Mestranda em Engenharia de Produção (srbflavi@gmail.com)

Mestranda em Engenharia de Produção (isabela.vilaca@hotmail.com)

Mestranda em Engenharia de Produção (manuelaglaurindo@gmail.com)

Mestrando em Engenharia de Produção (acruche@gmail.com)

Professor Doutor em Genética e Melhoramento (profucam@gmail.com)

Professor Doutor em Ciência Animal (shimoda@ucam-campos.br)

Professor Doutor em Engenharia Civil (italo@ucam-campos.br)

Professor Doutor em Produção Vegetal (miltonerthal@hotmail.com)

## 1. Introdução

Do inglês “royal”, a palavra royalty denota “da realeza” ou “relativo ao rei”. Os royalties do petróleo são ressarcimentos financeiros repassados aos estados e municípios brasileiros, sob supervisão da Marinha, e ao Ministério da Ciência e Tecnologia, pelos concessionários das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural. Instituem-se em uma das formas mais antigas de remuneração de direitos sobre atividades econômicas (FERNANDES, 2007). Os estados que recebem royalties são definidos por sua localização em campos de petróleo (no caso de exploração em terra) ou em frente à área marítima onde a exploração está sendo feita. São beneficiados, direta ou indiretamente, os municípios afetados pela atividade de exploração do petróleo, bem como aqueles localizados a uma determinada distância do local onde o petróleo é extraído (O GLOBO, 2009).

Sendo a principal forma de participação governamental, os royalties representam um imposto de 10% sobre o valor bruto da produção mensal de petróleo. A arrecadação é dividida entre os estados e os municípios produtores (ou que sofrem impactos), o Tesouro Nacional e os Ministérios da Ciência e Tecnologia e da Marinha.

Segundo Macedo (2015), a dependência dos municípios do Estado do Rio de Janeiro é cada vez maior em relação aos recursos dos royalties. Municípios como São João da Barra e Campos dos Goytacazes, por exemplo, apresentam parte significativa de suas receitas (chegando até 60% do total) provenientes dos royalties. Esta dependência representa um cenário de alto risco para estes municípios caso ocorra, por motivos diversos, redução, parcial ou total, desta receita. Uma boa gestão deste recurso financeiro é essencial para se evitarem problemas futuros ou o agravamento de dificuldades existentes.

Os riscos apresentados por Macedo (2015) se confirmaram na prática com a queda do preço do petróleo no mercado internacional e com a crise na Petrobras, em função dos escândalos de corrupção (ROSA, 2016). Desde 2015, a arrecadação dos recursos dos royalties foi reduzida em 35% (UCAM, 2016), deixando evidente a fragilidade dos municípios da Região Norte Fluminense, que deixaram de aproveitar o longo período de crédito abundante para diversificar suas economias (ROSA, 2016). Este problema expõe a necessidade de se estabelecer uma metodologia consistente para monitorar e avaliar a relação existente entre os recursos dos royalties e as melhorias na qualidade de vida das populações beneficiadas.

A avaliação dos municípios beneficiados com os royalties deve ser estabelecida com critérios claros e objetivos e com metodologias consistentes para minimizar as possíveis críticas dos resultados de sua aplicação. A falta de um procedimento coerente para tomar decisões é essencial quando nossa intuição, por si só, não pode ajudar a determinar qual, dentre várias opções, é a mais desejável, ou a menos condenável (SAATY, 1990). Os métodos de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD) se aplicam ao cenário complexo que caracteriza o problema exposto (GOMES e GOMES, 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os índices que expressam a qualidade de vida das populações dos municípios da Região Norte Fluminense, que se beneficiaram com os recursos financeiros dos royalties entre os anos de 2000 e 2010. Para isso, foi utilizado o Método de Análise Hierárquica (AHP) na definição do município que se destacou quanto às melhorias em seus índices. A relação entre os recursos financeiros dos royalties e o resultado do modelo matemático empregado foram discutidos.

## **2. Royalties do petróleo**

O pagamento dos royalties foi introduzido pela Lei 2.004/53, que determinou em seu artigo 27 que 4% sobre o valor da produção terrestre seriam repassados aos estados e 1% aos municípios, em cujo território se realizasse a lavra desses hidrocarbonetos. Posteriormente, com o início da produção marítima de petróleo e gás natural, a Lei 7.453 de 27/12/1985 fixou a obrigatoriedade dos royalties, para petróleo e gás natural extraídos dos campos marítimos, no mesmo percentual de 5% (PIQUET; SERRA, 2007).

A justificativa do pagamento do royalty ocorre devido ao fato de este ser um bem mineral finito, tornando, assim, transitória a sua atividade econômica. Esta atividade defende a observância de uma função ética para os royalties, cuja aplicação deveria ter por objetivo a proteção das futuras gerações dos efeitos nocivos da sua queda acentuada na região, que se dará quando o petróleo acabar (PETRÓLEO, ROYALTIES & REGIÃO, 2011).

Cinco municípios, dos nove localizados da Região Norte Fluminense, estão concentrados na conhecida Zona de Produção Principal da Bacia de Campos: Campos dos Goytacazes, Carapebus, Macaé, Quissamã e São João da Barra. Isso

lhes atribui significativa participação na divisão final dos recursos de royalties. Já os municípios localizados na Zona de Produção Limítrofe da Bacia de Campos: Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, São Fidélis e São Francisco de Itabapoana, têm baixo repasse de royalties (quando comparado com os repasses obtidos pelos municípios da Zona de Produção Principal e Zona de Produção Secundária) e inexistência de participações especiais. Os principais beneficiários são Campos dos Goytacazes e Macaé (PACHECO, 2005).

### 3. Decisão multicritério – Método AHP

O auxílio multicritério à decisão consiste em um conjunto de técnicas, que tem a finalidade de investigar um número de alternativas, sob múltiplos critérios e objetivos em conflito (GOMES e GOMES, 2014). Segundo Costa (2006), os métodos multicriteriais são apropriados para facilitar as tomadas de decisão em cenários que envolvem muitos decisores, múltiplos critérios de avaliação do problema e cenários futuros de risco e incerteza. A modelagem de um problema de decisão multicritério considera várias problemáticas básicas, tais como: escolha, classificação, ordenação e descrição (ROY, 1996; FIGUEIRA *et al.*, 2004).

O conjunto de alternativas a serem escolhidas ou classificadas é a essência da tomada de decisão. Resumidamente, o processo de tomada de decisão pode ser compreendido em seis etapas (Figura 1).

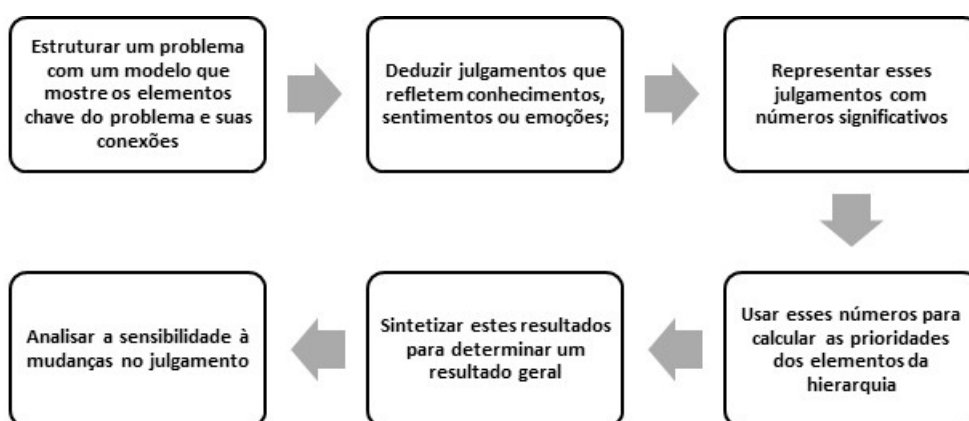


Figura 1 - Etapas da tomada de decisão

Fonte: Adaptada de Saaty (1990).

O processo de tomada de decisões usado neste trabalho é denominado *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvido por Saaty (1990). Segundo Tramarico *et al.* (2015), o método AHP é aplicado em muitas áreas do conhecimento, incluindo

planejamento, alocação de recursos alternativos e resolução de conflitos. Este método visa a estabelecer prioridades, ou pesos, a serem atribuídas aos diferentes critérios e alternativas e, conseqüentemente, permite a escolha da alternativa mais adequada. A implementação do AHP tem como base a estruturação do problema de acordo com uma determinada hierarquia; as prioridades no cálculo são definidas por comparação pareada, verificando consistência e executando análise de sensibilidade (MINH, 2011).

A especialidade do método em questão é a sua flexibilidade para ser integrado com diferentes técnicas, como: Programação Linear, *Quality Function Deployment*, *Fuzzy Logic*, entre outros. Isso permite ao usuário extrair benefícios de todos os métodos combinados e, assim, atingir o objetivo pretendido de uma maneira mais eficaz (VAIDYA; KUMAR, 2006).

#### **4. Metodologia**

As alternativas estudadas neste trabalho correspondem aos municípios que fazem parte da Região Norte Fluminense: Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, Carapebus, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra. Estes municípios foram classificados à luz dos seguintes critérios: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), renda, saneamento, educação e expectativa de vida.

O IDH foi selecionado como critério por ser um importante índice que retrata o desenvolvimento humano. O IDH vem sendo utilizado desde a década de 1990 e o cálculo da metodologia atual se apoia em três elementos: saúde, educação e renda, sendo considerados como subcritérios no âmbito desta pesquisa. Chegou ao nível de índice de referência mundial e um índice-chave dos objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas. No Brasil, tem sido utilizado através do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2016).

O critério “renda *per capita*” foi selecionado por ser um indicador socioeconômico indispensável para avaliar o grau de desenvolvimento econômico de uma determinada região (FRANCISCO, 2016; SANTIAGO, 2016). Este indicador é obtido pela divisão do Produto Nacional Bruto (PNB), um coeficiente da renda nacional, subtraído dos gastos de depreciação do capital e os impostos indiretos, pelo número total de habitantes do lugar. O referido índice foi analisado abrangendo

indivíduos de diferentes poderes aquisitivos, ocasionando três subcritérios, os quais são: acima da linha da pobreza, entre a linha da pobreza e da indigência e abaixo da linha da indigência.

Aspectos associados ao saneamento básico dos municípios pesquisados também foram considerados na matriz de critérios. A infraestrutura associada a este índice apresenta profundas desigualdades regionais, tornando-se um dos desafios a serem vencidos pelo Estado, que inclui melhorias nos seguintes serviços: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, coleta de lixo e drenagem urbana. Basicamente, o saneamento envolve a disponibilidade de água tratada, redes de esgoto e sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos, os quais foram os subcritérios usados na avaliação deste critério (IBGE, 2000, 2011).

Segundo Fernandes (2007), o problema do Brasil “ainda reside nas altas taxas de repetência, na elevada proporção de adolescentes que abandonam a escola sem concluir a educação básica e na baixa proficiência obtida por nossos estudantes em exames padronizados”. Sendo assim um importante indicador, o critério educação foi selecionado considerando dois aspectos, sendo eles subcritérios do mesmo: alunos concluintes do ensino fundamental e concluintes do ensino médio.

O critério expectativa de vida também foi incluso. Este dado tem grande importância, pois é utilizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para se calcular o IDH de um certo lugar. Também chamada de esperança de vida ao nascer de um indivíduo, engloba ambos os sexos e trata-se de uma estimativa de anos em que se possa viver (IBGE, 2000) (FRANCISCO, 2016).

Com a definição destes critérios, subcritérios e alternativas, foi proposta a estrutura hierárquica do problema (Figura 2). As etapas do método AHP podem ser entendidas no trabalho de MENDES *et al.* (2013).

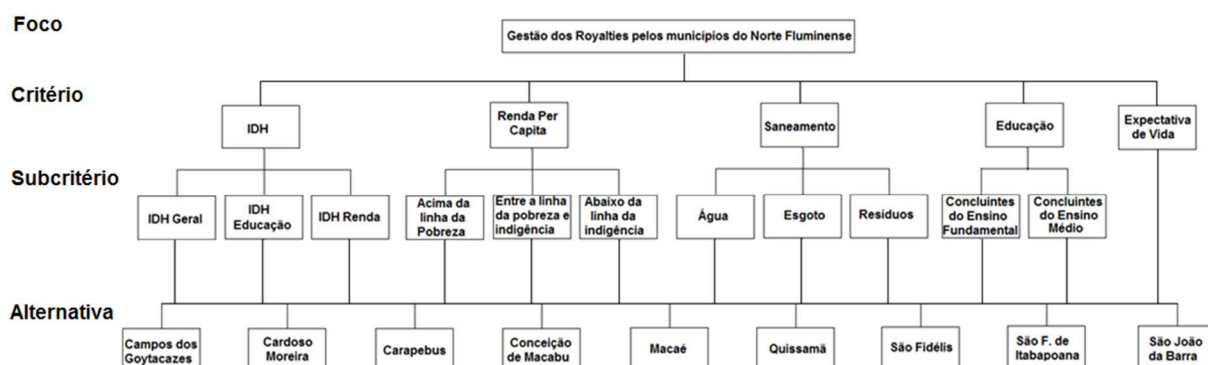


Figura 2 - Estrutura hierárquica do problema.

Fonte: Elaboração própria

De modo a elaborar a tabela de pagamentos, foi realizado o levantamento dos dados de cada critério para cada alternativa, os quais correspondem ao período de 2000 a 2010.

Estes dados foram obtidos no Sistema Relatórios Dinâmicos, programa organizado pelo Serviço Social da Indústria (SESI) do Paraná, mas que apresenta análises textuais, mapas e infográficos de todos os estados do Brasil, tudo com base em fontes oficiais de informação (SESI, 2015).

Na plataforma online do sistema, em dados gerais, a busca da localização foi alterada nove vezes, correspondendo ao número de alternativas. Apresentaram-se, em cada busca, três valores para cada critérios e subcritérios: um do ano 1991, outro do ano de 2000 e, por último, um do ano de 2010. Foram coletados apenas os do ano de 2000 e de 2010, pois nem todos possuíam valores para 1991.

No tratamento das informações, de modo a elaborar a tabela de pagamentos, obteve-se uma variação do intervalo dos valores (2000-2010) mediante a equação:

$$\left( \frac{\text{Dado 2010}}{\text{Dado 2000}} \right)_i - 1$$

Onde:

- Dado 2010: o valor do critério  $i$ , ou subcritério, para o ano de 2010;
- Dado 2000: o valor do critério  $i$ , ou subcritério, para o ano de 2000;
- $i$ : critério ou subcritério.

Ao final dos resultados, de modo a realizar-se uma comparação, fez-se uma coleta de dados na plataforma Info Royalties a respeito da arrecadação dos royalties de cada um dos municípios envolvidos, bem como o respectivo número de habitantes de cada um (UCAM, 2016).

## 5. Resultados e Discussão

Os dados do Quadro 1 apresentam as variações dos critérios e subcritérios para cada uma de suas respectivas alternativas e é o ponto de partida para o cálculo do método AHP. Pode-se observar, no Quadro 1, que os índices dos critérios “IDH”,

“Educação” e “Expectativa de Vida” tiveram variações positivas no período de avaliação (2000 a 2010). Por outro lado, em muitos municípios, os índices dos critérios “Renda *per capita*” e “Saneamento Básico” apresentaram variações negativas no período.

**Quadro 1** - Dados de IDH, renda, saneamento, educação e expectativa de vida dos municípios que compõem a Região Norte do Estado do Rio de Janeiro entre 2000 e 2010

Variável	Ano	IDH			Renda			Saneamento básico			Educação		Expectativa de Vida
		Geral	Educação	Renda	Acima da linha da Pobreza	Entre a linha da indigência e pobreza	Abaixo da linha da indigência	Água	Esgoto	Resíduos	Ensino Fundamental	Ensino Médio	
Campos dos Goytacazes	2000	0,618	0,474	0,662	75,5	16,95	7,55	69,93	66,51	93,13	35,61	27,54	70,1
	2010	0,716	0,619	0,715	83,3	9,57	6,63	75,69	61	98,61	47,31	46,85	74,8
	Variação	15,9%	30,6%	8,0%	10,3%	-43,5%	-12,2%	8,2%	-8,3%	5,9%	32,9%	70,1%	6,7%
Cardoso Moreira	2000	0,52	0,336	0,596	68,33	22,07	9,6	87,84	61,53	91,61	23,84	13,27	67
	2010	0,648	0,534	0,653	84,51	10	5,49	84,07	66,22	97,5	43,07	42,73	71,9
	Variação	24,6%	58,9%	9,6%	23,7%	-54,7%	-42,8%	-4,3%	7,6%	6,4%	80,7%	222,0%	7,3%
Carapebus	2000	0,579	0,426	0,629	83,33	11,87	4,78	35,89	63,85	94,21	25,45	23,51	68,4
	2010	0,713	0,644	0,699	91,42	4,3	4,28	53,83	88,61	97,71	57,04	50,85	73,3
	Variação	23,1%	51,2%	11,1%	9,7%	-63,8%	-10,5%	50,0%	38,8%	3,7%	124,1%	116,3%	7,2%
Conceição de Macabu	2000	0,615	0,497	0,641	78,7	12,64	8,66	34,65	67,42	96,47	42,23	26,95	68,8
	2010	0,712	0,642	0,698	85,83	8,08	6,09	34,96	67,02	98,79	49,64	53,32	73,4
	Variação	15,8%	29,2%	8,9%	9,1%	-36,1%	-29,7%	0,9%	-0,6%	2,4%	17,5%	97,8%	6,7%
Macaé	2000	0,665	0,531	0,737	89,71	7,82	2,47	91,2	84,89	96,87	46,25	26,06	70,1
	2010	0,764	0,681	0,792	93,51	3,23	3,26	76,7	83,45	98,61	47,42	53,83	74,7
	Variação	14,9%	28,2%	7,5%	4,2%	-58,7%	32,0%	-15,9%	-1,7%	1,8%	2,5%	106,6%	6,6%
Quissamã	2000	0,561	0,394	0,62	71,25	20,87	7,61	88,62	26,95	94,86	30,07	21,78	68,4
	2010	0,704	0,61	0,698	87,2	9,31	3,49	96,27	97,52	99,27	48,28	47,33	74,2
	Variação	25,5%	54,8%	12,6%	22,4%	-55,4%	-54,1%	8,6%	261,9%	4,6%	60,6%	117,3%	8,5%
São Fidélis	2000	0,59	0,44	0,636	75,46	17,26	7,28	96,68	88,94	95,91	35,6	28,97	69,1
	2010	0,691	0,611	0,685	86,99	9,99	3,02	96,9	88,2	98,91	47	47,07	72,2
	Variação	17,1%	38,9%	7,7%	15,3%	-42,1%	-58,5%	0,2%	-0,8%	3,1%	32,0%	62,5%	4,5%
São Francisco de Itabapoana	2000	0,503	0,295	0,586	56,64	26,04	17,32	46,62	3,23	65,36	20,3	13,35	69,1
	2010	0,639	0,533	0,618	71,76	12,53	15,71	44,52	9,87	93,52	40,66	44,3	72,4
	Variação	27,0%	80,7%	5,5%	26,7%	-51,9%	-9,3%	-4,5%	205,6%	43,1%	100,3%	231,8%	4,8%
São João da Barra	2000	0,548	0,367	0,609	72,69	18,1	9,21	81,51	67,15	95,15	22,47	16,58	69,2
	2010	0,671	0,551	0,686	84,06	7,91	8,03	84,48	46,51	98,66	42,33	36,33	73
	Variação	22,4%	50,1%	12,6%	15,6%	-56,3%	-12,8%	3,6%	-30,7%	3,7%	88,4%	119,1%	5,5%

Fonte: SESI (2015); PNUD; Fundação João Pinheiro; IPEA (2016)

Em seguida, foram realizadas as comparações entre os critérios e os subcritérios com os municípios selecionados. Para tal, foram implementadas matrizes de comparação, admitindo-se uma ponderação igualitária de pesos entre os critérios e subcritérios. Esta postura foi adotada por se entender que os critérios e subcritérios possuem a mesma importância de peso no problema. Por este motivo, não foi apresentada a matriz de pesos dos critérios.

Na etapa seguinte, foi realizada a avaliação de cada alternativa à luz de cada um dos critérios. As alternativas A1 até A9 correspondem aos municípios que são: Campos dos Goytacazes (A1), Cardoso Moreira (A2), Carapebus (A3), Conceição de



Macabu (A4), Macaé (A5), Quissamã (A6), São Fidélis (A7), São Francisco de Itabapoana (A8) e São João da Barra (A9). A partir do Quadro 1, foram estabelecidas as comparações pareadas das alternativas à luz de cada critério (Figura 3), onde pode-se observar os critérios (cinza escuro), os subcritérios (cinza claro), a razão de consistência (RC) de cada matriz, que deve obedecer a condição a seguir:  $RC \leq 0,10$ .

De modo a obter a seleção da cidade que melhor distribuiu os royalties, foi feita uma matriz com as normalizações das alternativas à luz de cada subcritério. Esta matriz foi multiplicada pela respectiva normalização de cada um dos subcritérios, chegando-se assim a uma normalização geral para cada um dos critérios. De cada uma das normalizações finais dos critérios, foram obtidos os valores que classificaram cada um dos municípios. Esta classificação está expressa nos gráficos representados na Figura 4.

O resultado parcial para o critério IDH que engloba os subcritérios IDH geral, IDH educação e IDH renda teve como destaque o município de São Francisco de Itabapoana, responsável por aproximadamente 19,4% deste índice. O mesmo município se destacou em outros dois critérios, sendo estes renda e educação, tendo como resultados os respectivos valores 15,9% e 25,6%.

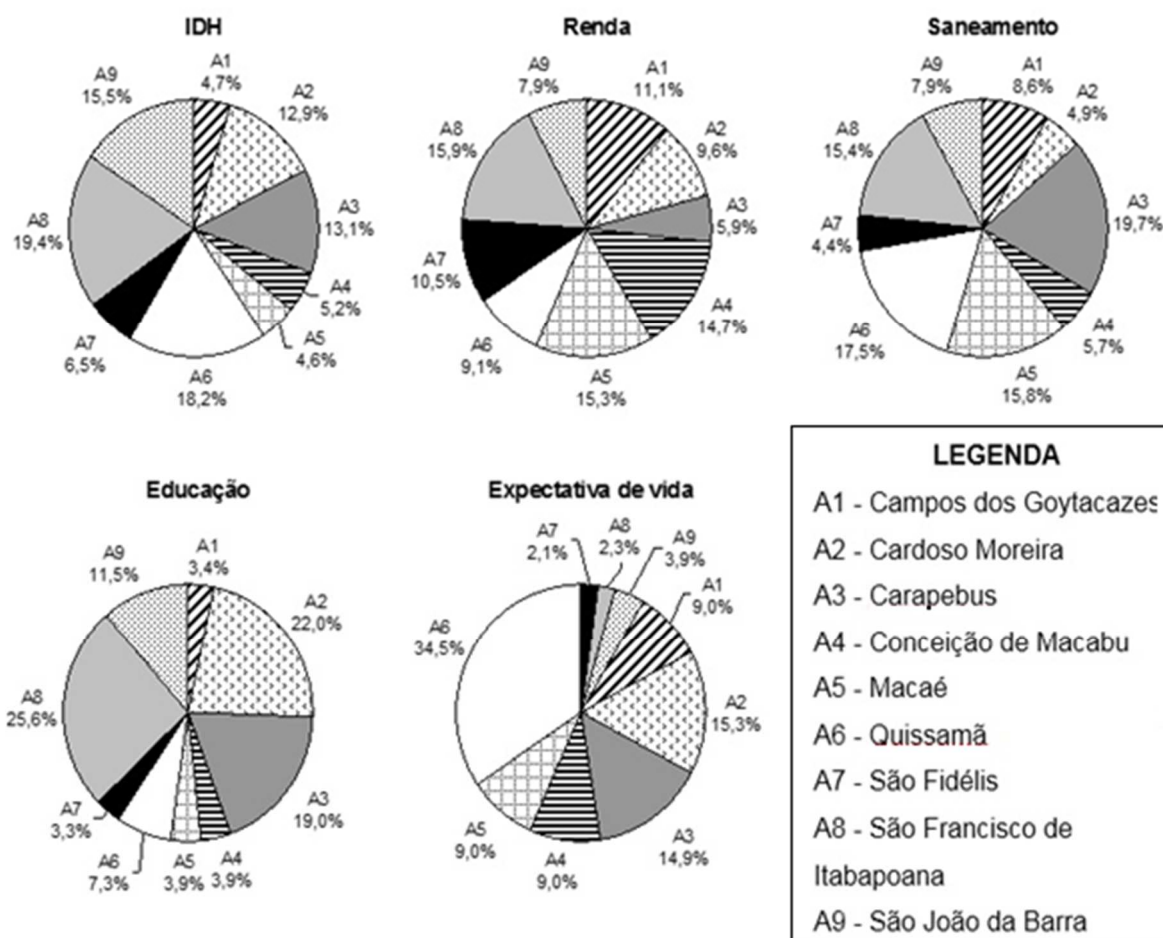
No critério saneamento, cujos subcritérios são água, esgoto e resíduos, o município em destaque foi Carapebus, com 19,7% deste índice.

Por fim, no critério expectativa de vida, a cidade de Quissamã teve um índice relevante de 34,5%.

IDH																																																					
IDH Geral									IDH Educação									IDH Renda																																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9																								
A1	1	1/4	1/3	1	1	1/4	1	1/5	1/3	A1	1	1/4	1/3	1	1	1/3	1/2	1/6	1/3	A1	1	1/2	1/3	1	1	1/4	1	2	1/4																								
A2	4	1	1	4	4	1	1/2	1/2	1	A2	4	1	2	4	4	1	3	1/3	2	A2	2	1	1/2	1	2	1/3	2	3	1/3																								
A3	3	1	1	3	3	1	3	1/2	1	A3	3	1/2	1	3	3	1	2	1/4	1	A3	3	2	1	2	3	1/2	3	4	1/2																								
A4	1	1/4	1/3	1	1	1/4	1	1/5	1/3	A4	1	1/4	1/3	1	1	1/4	1/2	1/6	1/3	A4	1	1	1/2	1	1	1/3	1	3	1/3																								
A5	1	1/4	1/3	1	1	1/5	1	1/5	1/3	A5	1	1/4	1/3	1	1	1/4	1/2	1/6	1/3	A5	1	1/2	1/3	1	1	1/4	1	2	1/4																								
A6	4	1	1	4	5	1	3	1	2	A6	3	1	1	4	4	1	2	1/3	1	A6	4	3	2	3	4	1	4	6	1																								
A7	1	2	1/3	1	1	1/3	1	1/4	1/2	A7	2	1/3	1/2	2	2	1/2	1	1/5	1/2	A7	1	1/2	1/3	1	1	1/4	1	2	1/4																								
A8	5	2	2	5	5	1	4	1	2	A8	6	3	4	6	6	3	5	1	4	A8	1/2	1/3	1/4	1/3	1/2	1/6	1/2	1	1/6																								
A9	3	1	1	3	3	1/2	2	1/2	1	A9	3	1/2	1	3	3	1	2	1/4	1	A9	4	3	2	3	4	1	4	6	1																								
Razão de Consistência (RC)									0,0342									Razão de Consistência (RC)									0,0174									Razão de Consistência (RC)									0,0104								
Renda																																																					
Acima da Linha da Pobreza									Entre a Linha da Indigência e da Pobreza									Abaixo da Linha da Indigência																																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9																								
A1	1	1/5	1	1	3	1/5	1/2	1/6	1/2	A1	1	4	7	1/3	5	4	1	3	5	A1	1	3	1	2	1/5	5	5	1	1																								
A2	5	1	5	5	7	1	3	1/2	3	A2	1/4	1	3	1/7	2	1	1/5	1	1	A2	1/3	1	1/4	1/2	1/6	2	2	1/4	1/3																								
A3	1	1/5	1	1	2	1/5	1/2	1/6	1/2	A3	1/7	1/3	1	1/9	1/2	1/3	1/8	1/4	1/3	A3	1	4	1	2	1/5	5	5	1	1																								
A4	1	1/5	1	1	2	1/5	1/3	1/6	1/3	A4	3	7	9	1	8	7	2	6	7	A4	1/2	2	1/2	1	1/7	3	3	1/2	1/2																								
A5	1/3	1/7	1/2	1/2	1	1/7	1/4	1/8	1/4	A5	1/5	1/2	2	1/8	1	1/2	1/6	1/3	1	A5	5	8	5	7	1	9	9	5	5																								
A6	5	1	5	5	7	1	3	1/2	3	A6	1/4	1	3	1/7	2	1	1/5	1/2	1	A6	1/5	1/2	1/5	1/3	1/9	1	1	1/5	1/5																								
A7	2	1/3	2	3	4	1/3	1	1/4	1	A7	1	5	8	1/2	6	5	1	4	5	A7	1/5	1/2	1/5	1/3	1/9	1	1	1/5	1/5																								
A8	6	2	6	6	8	2	4	1	4	A8	1/3	1	4	1/6	3	2	1/4	1	2	A8	1	4	1	2	1/5	5	5	1	1																								
A9	2	1/3	2	3	4	1/3	1	1/4	1	A9	1/5	1	3	1/7	1	1	1/5	1/2	1	A9	1	3	1	2	1/5	5	5	1	1																								
Razão de Consistência (RC)									0,0189									Razão de Consistência (RC)									0,0298									Razão de Consistência (RC)									0,0286								
Sanamento																																																					
Água									Esgoto									Resíduos																																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9																								
A1	1	2	1/5	2	3	1	2	2	1	A1	1	1	1/2	1	1	1/9	1	1/7	1	A1	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1																								
A2	1/2	1	1/6	1	2	1/2	1	1	1/2	A2	1	1	1	1	1	1/8	1	1/7	2	A2	1	1	1	1	2	1	1	1/9	1																								
A3	5	6	1	6	7	5	6	6	6	A3	2	1	1	2	2	1/7	2	1/6	3	A3	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1																								
A4	1/2	1	1/6	1	3	1/2	1	1	1	A4	1	1	1/2	1	1	1/9	1	1/7	1	A4	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1																								
A5	1/3	1/2	1/7	1/3	1	1/3	1/3	1/2	1/3	A5	1	1	1/2	1	1	1/9	1	1/7	1	A5	1	1/2	1	1	1	1	1	1/9	1																								
A6	1	2	1/5	2	3	1	2	2	1	A6	9	8	7	9	9	1	9	2	9	A6	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1																								
A7	1/2	1	1/6	1	3	1/2	1	1	1	A7	1	1	1/2	1	1	1/9	1	1/7	1	A7	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1																								
A8	1/2	1	1/6	1	2	1/2	1	1	1/2	A8	7	7	6	7	7	1/2	7	1	8	A8	9	9	9	9	9	9	9	9	9																								
A9	1	2	1/6	1	3	1	1	2	1	A9	1	1/2	1/3	1	1	1/9	1	1/8	1	A9	1	1	1	1	1	1	1	1/9	1																								
Razão de Consistência (RC)									0,0213									Razão de Consistência (RC)									0,0178									Razão de Consistência (RC)									0,0286								
Educação																																																					
Ensino Fundamental									Ensino Médio									Expectativa de Vida																																			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9																								
A1	1	1/4	1/7	2	3	1/3	1	1/5	1/5	A1	1	1/8	1/3	1/2	1/2	1/3	1	1/9	1/3	A1	1	1/2	1/2	1	1	1/5	5	5	3																								
A2	4	1	1/4	5	6	2	4	1/2	1	A2	8	1	6	7	6	6	8	1	6	A2	2	1	1	2	2	1/3	7	6	5																								
A3	7	4	1	8	9	5	7	2	3	A3	3	1/6	1	1	1	1	3	1/6	1	A3	2	1	1	2	2	1/3	7	6	4																								
A4	1/2	1/5	1/6	1	2	1/4	1/2	1/7	1/6	A4	2	1/7	1	1	1	1	2	1/7	1/2	A4	1	1/2	1/2	1	1	1/5	5	5	3																								
A5	1/3	1/6	1/9	1/2	1	1/5	1/3	1/8	1/7	A5	2	1/6	1	1	1	1	3	1/7	1	A5	1	1/2	1/2	1	1	1/5	5	5	3																								
A6	3	1/2	1/5	4	5	1	3	1/3	1/3	A6	3	1/6	1	1	1	1	3	1/6	1	A6	5	3	3	5	5	1	9	9	7																								
A7	1	1/4	1/7	2	3	1/3	1	1/5	1/5	A7	1	1/8	1/3	1/2	1/3	1/3	1	1/9	1/3	A7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/5	1/9	1	1	1/3																								
A8	5	2	1/2	7	8	3	5	1	1	A8	9	1	6	7	7	6	9	1	6	A8	1/5	1/6	1/6	1/5	1/5	1/9	1	1	1/2																								
A9	5	1	1/3	6	7	3	5	1	1	A9	3	1/6	1	2	1	1	3	1/6	1	A9	1/3	1/5	1/4	1/3	1/3	1/7	3	2	1																								
Razão de Consistência (RC)									0,0401									Razão de Consistência (RC)									0,0235									Razão de Consistência (RC)									0,0288								

FIGURA 3 - Matriz de comparação entre as alternativas, critérios principais e subcritérios.

Fonte: Elaboração própria

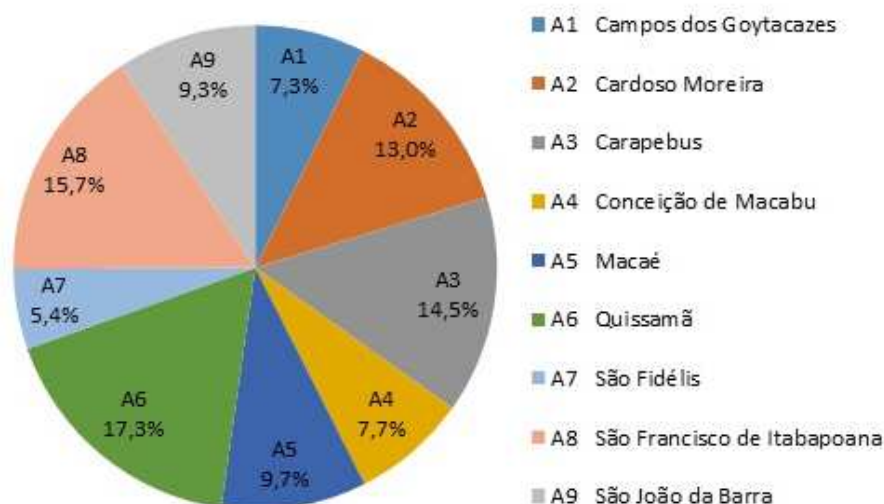


**Figura 4** - Resultados locais das alternativas à luz de cada critério.

Fonte: Elaboração própria

As normalizações gerais, obtidas para cada um dos critérios, foram arranjadas com a do critério expectativa de vida, o qual não possuía subcritérios, chegando-se assim a principal matriz do trabalho, onde as alternativas (municípios pesquisados) foram julgadas à luz dos cinco critérios usados no modelo. O vetor concebido a partir desta matriz foi multiplicado pelo vetor de pesos dos critérios (neste trabalho não houve distinção de peso entre os critérios) para obtenção da Prioridade Média Global do modelo (Figura 5).

O município de Quissamã se destaca quanto aos indicadores, os quais, em parte, recebem recursos provenientes dos royalties, ficando com 17,3% do resultado global entre os anos de 2000 a 2010 (Figura 5). Os municípios de Conceição de Macabú (7,3%), Campos dos Goytacazes (7,3%) e São Fidélis (5,4%) não obtiveram bom desempenho, pois juntos ficaram com cerca de 20% da prioridade global.



**Figura 5** - Resultado da comparação das alternativas e dos critérios.

Fonte: Elaboração própria

Os dados obtidos a respeito da arrecadação dos royalties, em reais, de cada município foram divididos pelo respectivo número de habitantes de cada um deles, obtendo-se um valor, denominado neste trabalho de “royalties *per capita*”. Esta renda foi organizada em ordem decrescente na Tabela 1, juntamente com os respectivos municípios e, de modo a realizar uma comparação, acrescentaram-se também os resultados obtidos pelo método AHP já apresentados na Figura 5.

**Tabela 1** - Comparação entre a renda *per capita* e o resultado AHP

Município	Royalties <i>per capita</i>	Município	Resultado AHP
Quissamã	R\$ 3.376,18	Quissamã	17,3%
Carapebus	R\$ 2.204,82	São Francisco de Itabapoana	15,7%
São João da Barra	R\$ 1.465,40	Carapebus	14,5%
Macaé	R\$ 1.460,59	Cardoso Moreira	13,0%
Campos dos Goytacazes	R\$ 735,71	Macaé	9,7%
Cardoso Moreira	R\$ 244,07	São João da Barra	9,3%
Conceição de Macabu	R\$ 175,98	Conceição de Macabu	7,7%
São Fidélis	R\$ 110,37	Campos dos Goytacazes	7,3%
São Francisco de Itabapoana	R\$ 101,52	São Fidélis	5,4%

Fonte: Elaboração própria

Desta comparação, é importante notar que, apesar de São Francisco possuir a menor “royalties *per capita*” no período (2000 a 2010), nos resultados obtidos pelo método AHP seu índice o deixa à frente de muitos municípios, enquanto que São João da Barra, apesar de ter uma alta renda *per capita* no período, apresenta um desempenho incompatível com o valor arrecadado.

Para Postali (2009), há uma relação inversa entre receitas de royalties e crescimento do PIB municipal per capita após o ano 2000, quando os recursos do petróleo cresceram substancialmente em função do choque cambial e do aumento do preço do barril.

Resultados equivalentes podem ser comprovados no trabalho de Postali e Nishijima (2011), em que a saúde e educação dos municípios com abundância de recursos de petróleo responderam de forma semelhante daqueles que não receberam tais recursos.

A emergência de questões econômicas delicadas quanto à correta aplicação das rendas do petróleo é determinada pela sua limitação na natureza. Busca-se evitar a redução do bem-estar social por meio do investimento destes recursos na manutenção da quantia de capital da sociedade (CARNICELLI; POSTALI, 2014).

## **6. Conclusão**

O presente trabalho abordou a utilização do método AHP para seleção do melhor município da Região Norte Fluminense quanto à gestão dos recursos provenientes dos royalties para cinco dos diversos indicadores existentes, sendo eles IDH, Educação, Renda, Saneamento e Expectativa de Vida.

O método foi de extrema funcionalidade, pois a decisão, simplesmente pela lógica ou intuição, seria ineficaz para o alcance destes resultados, conforme nos diz Saaty (1990). A facilidade oferecida aos gestores pode ser notada ao obter resultados individuais, para cada critério ou, no geral, comparando os critérios de forma conjunta.

O Município do Norte Fluminense que se destacou, no período de 2000 a 2010, quanto às melhorias em seus índices foi Quissamã, apresentando um índice de 17,3% de crescimento neste período. Essa preferência global era esperada, uma vez que, após análise da renda *per capita* dos municípios, nota-se que este município recebeu a maior quantia. No entanto, o principal destaque foi o município de São Francisco de

Itabapoana, com 15,7% da prioridade global, que recebeu apenas 3% do valor recebido por Quissamã.

Outros critérios e metodologias de Auxílio Multicritério à Decisão devem ser testados para o aprimoramento deste modelo matemático, possibilitando, de forma clara e concisa, o monitoramento e a avaliação dos municípios beneficiados com o recebimento dos royalties e a sua relação com a melhoria da qualidade de vida de suas populações.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNICELLI, L.; POSTALI, F. A. S. Royalties do Petróleo e Emprego Público nos Municípios Brasileiros. **Estado Economia**, São Paulo, v. 44, n. 3, p.469-495, jul./set. 2014.

COSTA, H.G. Auxílio multicritério à decisão: método AHP. Editora ABEPRO, 2006. Editora Atlas, 5ª ed., 370p, 2014.

FERNANDES, C. F. **A Evolução da Arrecadação de Royalties do Estado do Rio de Janeiro**. 2007.

FERNANDES, R. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)**. Brasília: Inep/mec – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007. 26 p. (Documental).

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOOT, M. **Multiple criteria decision analysis. State of the art surveys**. Editora Springer, 1ª ed., 2004.

FRANCISCO, W. de C. e. **Expectativa de vida**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/expectativa-vida.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

FRANCISCO, W. de C. e. **Renda per capita**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/renda-per-capita.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

GOMES, L. F. A. M; GOMES, C.F.S. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. Editora Atlas, 5ª ed., 370p, 2014.

IBGE. **Atlas de Saneamento 2011**. 2011.

IBGE. **Evolução da Mortalidade**. 2000.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**: IBGE mapeia os serviços de saneamento básico no país. 2000.

MACEDO, R. **O DIA: Dependência de royalties do petróleo chega a 60% em municípios do estado**. Rio de Janeiro, 11 mar. 2015.

MENDES, L. F. R.; ERTHAL Jr., M.; HOSKEN, L. A. L.. Seleção de sistema de fornecimento de energia elétrica para propriedades rurais litorâneas localizadas no Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Produção**, v. 4, n. 1, p.338-345, 2013.

MINH, N. D. **EMPIRICAL MAKE-OR-BUY DECISION MAKING MODEL IN THE JAPANESE AUTOMOBILE INDUSTRY**. 2011.

**O GLOBO: Entenda como funciona o pagamento de royalties do petróleo no Brasil**. São Paulo, 31 ago. 2009.

PACHECO, C. A. G. **O IMPACTO DOS ROYALTIES DO PETRÓLEO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE**. 2005.

**PETRÓLEO, ROYALTIES & REGIÃO: O cenário da cultura nas cidades do petróleo**. Campos dos Goytacazes, set. 2011.

PIQUET, R. **Petróleo e região no Brasil: O desafio da abundância**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007. 352 p.

POSTALI, F. A. S.; NISHIJIMA, M. Distribuição das Rendas do Petróleo e Indicadores de Desenvolvimento Municipal no Brasil nos Anos 2000. **Estado Economia**, São Paulo, n. 3, p.463-485, abr./jun. 2011.

POSTALI, F. A. S. Petroleum royalties and regional development in Brazil: The economic growth of recipient towns. **Resources Policy**, São Paulo, v. 34, n., p.205-213, mar. 2009.

PNUD. **O que é o IDH**.

PNUD; Fundação João Pinheiro; IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**.

ROSA, B. Queda nos royalties do petróleo gera crise nas cidades do Rio. **O Globo**, 2016.

ROY, B. **Multicriteria methodology goes decision aiding**. Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**. Pittsburgh, Pa, p. 9-26. 5 set. 1990.

SANTIAGO, E. **Renda per Capita**.

SESI (Brasil). **Programa "Cuide-se +"**: Relatórios Dinâmicos. 2015.

TRAMARICO, C. L. Analytic Hierarchy Process and Supply Chain Management: a bibliometric study. **Procedia Computer Science**, v. 55, p.441-450, 2015.

UCAM. Universidade Candido Mendes. Sistema Info Royalties. 2016

VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 1, p.1-29, 2006.