

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE EM REDE NA AVALIAÇÃO DE
IMPACTO AMBIENTAL – ESTUDO DE CASO NA AVALIAÇÃO DA
LOCALIZAÇÃO DE UM INCINERADOR COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA NA
REGIÃO DO PIEMONTE - ITÁLIA**

**APPLICATION OF ANALYSIS METHOD IN NETWORK IN ENVIRONMENTAL
IMPACT ASSESSMENT - CASE STUDY IN EVALUATION OF LOCATION OF A
INCINERATOR WITH ENERGY RECOVERY IN PIEMONTE - ITALY**

Priscila Jacobsen e Renan Favero

RESUMO

O presente estudo procura demonstrar o uso do método ANP para encontrar o local mais adequado à implantação de um incinerador no estado de Piemonte – Itália. O estudo é baseado em um caso de estudo que avalia os impactos ambientais causados pela instalação da usina em cada um dos lugares pré-definido, através de uma individualização dos diversos fatores causadores de impactos ambientais e sociais, e avaliando o grau de impacto de cada fator observado. A tomada de decisão no citado exemplo teve como base os aspectos ambientais, sociais e econômicos de cada região demonstrando que as variáveis ambientais podem ser incorporadas nos mais diversos tipos de projetos.

Palavras-chave: ANP, avaliação de impacto ambiental, auxílio a decisão, sustentabilidade.

ABSTRACT

This study seeks to demonstrate the use of ANP method to find the most suitable place for the implementation of a thermal power plant in the state of Piemonte - Italy. The study is based on a case study that evaluates the environmental impacts caused by the installation of the plant in each of the pre-defined places, through individualization of the various causative factors of environmental and social impacts, and assessing the degree of impact of each observed factor. Decision-making in that instance was based on the environmental, social and economic aspects of each region showing that environmental variables can be incorporated in various types of projects.

Keywords: ANP, environmental impact assessment, the decision aid, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Para satisfazer as necessidades da sociedade moderna, o ser humano, através da ação antrópica, utiliza o espaço físico natural, e gera efeitos sobre o meio ambiente. Assim, estes efeitos, podem resultar em um desequilíbrio ambiental, acarretando impactos ambientais, degradação do meio ambiente e pode trazer prejuízos à qualidade de vida.

Estudos realizados pela Comunidade Européia constataram que os custos em prevenção são inferiores aos custos decorrentes da contaminação e degradação do meio ambiente. De acordo com dados do Banco Mundial, a valoração dos custos gerados por tratamento de doenças respiratórias, somente devido ao excesso de concentração de material particulado no ambiente, pode chegar a US\$ 1,5 bilhões anuais[ANTP,1995].

A avaliação de impactos ambientais tem grande importância para avaliar novos empreendimentos e quantificar os possíveis impactos sócio-ambiental, por isto, estes estudos tem se tornado obrigatório em alguns países, como para projetos de grande portes, principalmente construções civil em que tem maior possibilidade de interferência no cenário ambiental como usinas para a geração de energia.

Porém, dada a dificuldade de manipular um grande numero de dados e atributos para uma avaliação ampla dos impactos ambientais, adotou-se o método ANP, que é um método de Apoio de Decisão Multicriterial (AMD).

O estudo de caso proposto é avaliado com a ANP, visando à escolha do local mais apropriado para o empreendimento.

O empreendimento é caracterizado como um incinerador com recuperação de energia, que é um sistema integrado de gestão do lixo, onde tais resíduos são direcionados para incineradores que transformam o calor da combustão em energia, o que tem demonstrado que esta tecnologia é um instrumento eficiente e confiável para concluir o ciclo da gestão dos resíduos.

2- OBJETIVO

No presente estudo de caso é utilizada a ANP a fim de reconhecer o local mais adequado para o novo incinerador de resíduos com recuperação de energia a ser instalado nas redondezas de Torino na Itália. Este projeto nasce da necessidade de ter uma nova área de descarte dos resíduos da região de Piemonte ao norte da Itália, pela crescente produção de lixo da sociedade, apostando em um incinerador que tem como função a combustão, em altas temperaturas, do lixo e que tem como produtos finais gases e cinzas, que mesmo em menor quantidade quando comparado à incineradores tradicionais são nocivos ao meio ambiente.

Os locais a serem avaliadas as condições para instalação do incinerador são: Ivrea, Rivarolo Canavese e Settimo Torinese.

3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

As decisões em diversos fatores são tomadas basicamente com base em critérios econômicos, mas quando novos critérios precisam ser levados em conta para conduzir a uma alternativa que atende as prioridades socioeconômicas e ambientais de uma comunidade, surge a necessidade da aplicação de uma decisão com base multi-criterial.

A Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios (MCDM – Multiple Criteria Decision Making), conforme definição da International Society on MCDM (2009), trata do estudo da inclusão de critérios conflitantes na tomada de decisão. Dada a dificuldade de processamento destes dados foi proposto a ANP para lidar com o problema da decisão.

ANP (Analytic Network Process) é um Apoio de Multicritério à Decisão (AMD), onde os elementos não são dependentes entre si de forma hierárquica mas dependentes em uma

estrutura de rede que dispensa a especificação de níveis, onde os elementos afetam uns aos outros e interagem entre si, tornando mais próximo à realidade onde os fatores ambientais são interligados por uma rede ciclos, como o ciclo do carbono e da água, que interagem em forma de rede.

Segundo Saaty, 2008, O AHP ajuda a estabelecer modelos de decisão por meio de processos com componentes qualitativos e quantitativos. Qualitativamente auxilia na formação de níveis hierárquicos, sendo esta uma maneira conveniente de decompor um problema complexo, numa pesquisa de explicações de causa-efeito, em passos que formam uma cadeia linear. Quantitativamente usa comparação pareada para calcular os pesos dos elementos em cada nível e determinar o peso final (desempenho global), considerando todos os critérios.

Dada a vantagem fundamental do ANP de captar as dependências entre critérios e alternativas e a existência de um software desenvolvido sob a coordenação de Saaty (2003), que economiza esforço no tratamento dos dados, disponível para download em <http://www.superdecisions.com>, artigos com aplicações do ANP vêm surgindo nos principais periódicos e eventos internacionais (CHENG; LI, 2007).

O ANP é composto basicamente em duas partes onde a primeira consiste em definir a rede de critérios e subcritérios e a segunda fase é definir uma rede de influência de elementos agrupados em clusters. Onde uma supermatriz será gerada e ponderada pela prioridade de seus respectivos critérios.

4- METODOLOGIA

Procedimento Analítico

A seguir serão mostradas as etapas que se deve seguir a fim de aplicar o método ANP.

Passo 1 - estruturação do problema e desenvolvimento da tomada de decisão

1.1: Definição dos Clusters

Os clusters são grupos de elementos com alguma característica em comum, definida ser importante para resolução do problema em questão. Por exemplo, na compra de um carro, possíveis clusters são: conforto, design, potência, preço, consumo de combustível, assistência técnica, etc.

Deve ser definido, de acordo com o esquema mais oportuno. Na abordagem à rede simples os clusters estão em mesmo nível de hierarquia e se relacionam de maneira igualitária entre si.

Em uma abordagem BOCR (Benefits, Opportunities, Costs and Risks) é necessária uma hierarquia para benefícios, uma para oportunidades, outra para custos e uma última para riscos. No caso de uma dessas hierarquias não se aplicar ao problema, pois seus critérios são irrelevantes, esta deve ser deixada de lado durante a análise.

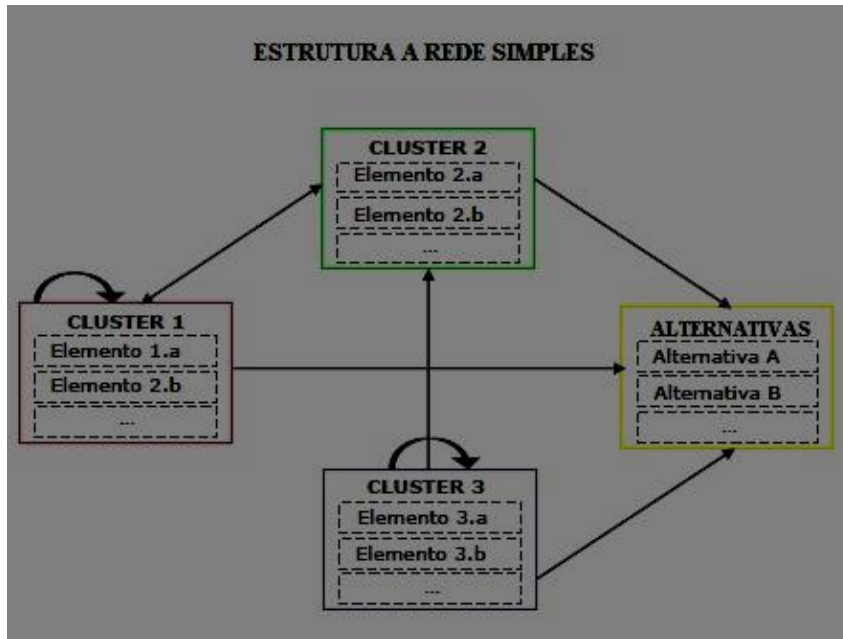


Imagem 1 - Base estrutural da técnica ANP - Rede Simples (Fonte: notas de aula, Mondini P. 2014)

Passo 1.2: Definição dos Elementos

São os itens contidos nos clusters. No exemplo anterior da compra de um carro, os elementos podem ser: tamanho do porta-malas, preço de revenda, utilização de combustíveis menos poluente, etc.

Passo 1.3: Definição da Rede

A definição da rede é relacionar como os clusters interagem entre si e com seus elementos, essa relação pode ser de independência, dependência ou interdependência, onde os elementos de um cluster interferem nos elementos de outro cluster, ou ainda, que os elementos de um cluster interfiram em elementos de seu mesmo cluster.

Passo 2: Confronto Aos Pares

Confronto aos pares é uma análise profunda das relações entre os vários elementos tomados como referência, com um nível de comparação entre o cluster e um nível de comparação entre os nós ou elementos. A comparação de pares é feita respondendo a seguinte pergunta: "Dado um nó pai G e os dois elementos, A e B, para comparar, qual dos dois elementos é mais influenciados / influencia sobre o nó pai?"

A resposta a esta pergunta, é através do uso de uma escala numérica, chamada "Escala Fundamental de Saaty", o inventor que projetou. A escala consiste de números de 1 à 9, em que os números ímpares são equivalentes a uma definição e números pares são intermédio entre o julgamento adjacentes.

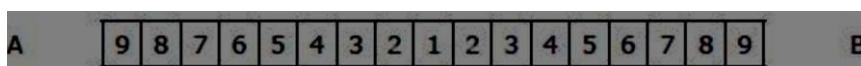


Imagem 3 - Escala Fundamental de Saaty (Fonte: notas de aula, Mondini P. 2014)

Intensidade	Definição	Explicação
1	Igual importância	Os dois elementos contribuem de maneira igual no alcance do objetivo
3	Importância moderadamente maior	A importância de um elemento é um pouco superior
5	Forte importância	A importância de um elemento é superior que o outro
7	Importância muito forte	A importância de um elemento é amplamente demonstrada
9	Extrema importância	A evidência da importância de um elemento é de ordem máxima
2,4,6,8	Valores intermediários entre confrontos anteriores	Quando é necessário desempate entre os elementos
Recíproco do anterior	Se o elemento A recebe uma classificação quando confrontado com o elemento B, quando acontece o inverso a classificação deve ser a mesma	Recíprocos

Imagem 4 - Definição associada aos números da Escala Fundamental de Saaty (Fonte: notas de aula, Mondini P. 2014).

Como se pode ver, tem-se números que variam 9-2 com respeito ao indicador A, 2-9 para o indicador B e compartilhar o valor de 1, uma vez que significa "igual importância". A comparação de pares deve ser feita para todos os pares de indicadores postos em relação.

Depois de realizados todos os confrontos entre elementos, pode-se observar os resultados obtidos e, em particular, os valores de inconsistência alcançados; na verdade, uma vez que opera em condições de racionalidade limitada, as matrizes podem ser inconsistentes devido à perturbação sofrida durante as comparações de pares. O IC índice de inconsistência deve ser inferior a 10%, se esta ocorre, as avaliações são suficientemente consistentes.

Passo 3: Formação das Supermatrizes

A supermatriz inicial é composta por vetores obtidos por comparação aos pares de elemento com elemento, onde cada cluster dará origem a uma matriz; tal supermatriz representa o fluxo de influência identificado na rede.

		C ₁			C ₂			C _N					
		e ₁₁	e ₁₂	...	e _{1n1}	e ₂₁	e ₂₂	...	e _{2n2}	e _{n1}	e _{n2}	...	e _{nnn}
C ₁	e ₁₁	W ₁₁			W ₁₂			...			W _{1N}		
	e ₁₂												
	...												
	e _{1n1}												
C ₂	e ₂₁	W ₂₁			W ₂₂			...			W _{2N}		
	e ₂₂												
	...												
	e _{2n2}												
...					
C _N	e _{n1}	W _{N1}			W _{N2}			...			W _{NN}		
	e _{n2}												
	...												
	e _{nnn}												

Imagem 5: Estrutura da Supermatriz inicial (Fonte: Notas de Aula Mondini - 2014)

Os valores dentro da supermatriz inicial não levam em conta os diferentes pesos atribuídos aos clusters; por este motivo, é necessário construir uma segunda matriz (supermatriz ponderada) obtida através da multiplicação dos valores da supermatriz inicial com a matriz gerada pelos confrontos entre clusters.

X

=

Imagem 6: Estruturação da supermatriz ponderada (Fonte: Autor)

Passo 4: Síntese Das Prioridades E Seleção Da Melhor Alternativa

Neste passo é obtido qual das três alternativas é a mais adequada para ao problema em questão; o resultado é exibido em forma de gráfico, apenas após a realização da supermatriz limite. A supermatriz limite é definida por: $\lim_{k \rightarrow \infty} (w)^k$

Encontrar o local mais adequado não é, na verdade, a última das etapas desta metodologia de análise, porque, a fim de ter resultados mais viáveis é necessário responder a mais uma pergunta: "Como a solução para o problema varia à medida que variar o coeficiente de uma variável?". O que nos leva para a última etapa deste ANP técnica de análise.

Passo 5: Análise De Sensibilidade Dos Resultados

Esta última etapa é necessária para verificar a estabilidade do resultado final e a consistência do modelo de tomada de decisão, na verdade, permite a avaliação da variação da saída da análise quanto à mudanças na entrada; Se a variação não é significativa, em seguida, o resultado pode ser considerada estável. Especificamente é alterada a variável independente e é observado que com a variação desta, varia também a classificação final das alternativas.

5- ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso foi realizado em Torino – Itália (2014), dada a necessidade de um novo espaço para descarte dos resíduos urbanos, o governo da região propôs uma avaliação dos locais mais adequados para a instalação de um incinerador, local este que tivesse menor impacto socioambiental.

Neste caso, foram considerados três locais com grande potencial: Ivrea, Rivarolo e Settimo que são a seguir descritos:

- (A) O local de instalação do incinerador em Ivrea é distante 3 km do centro da cidade de Ivrea, e 1,2 km de um rio, no entorno são presentes importantes vias rodoviárias, auto-estrada A5 que liga Torino à Aosta, a rodovia A4/A5 Ivrea- Santhia e a estrada 26 do Vale da Aosta. A ferrovia em que liga as cidades de Chivasso a Aosta. O local é em zona agrícola, mas com forte urbanização industrial, a área esta inserido em um contexto natural e histórico-cultural importante.
- (B) O local analisado na cidade de Rivarolo Canavese é localizada à 5 km do centro urbano de Rivarolo, a área é localizada entre as rodovias SP 37 e SS 460, a linha férrea dista apenas 1.5km do local e a auto-estrada A5 Torino – Aosta cerca de 6km do local. Também, o local fica a 2km do vilarejo mais próximo e com pouca urbanização ao seu entorno, predominando a zona agrícola. Não é possível verificar áreas de importância natural ou histórico-cultural em seu entorno.
- (C) O local em análise na cidade de Settimo Torinese é em zona industrial e adjacente a auto-estrada A4 Torino-Milão, dista 1,5km da auto-estrada A5 Torino-Aosta, a Rede ferroviária se localiza a menos de 1km do local, nas vizinhanças é possível constatar a presença de pequenas indústrias agrícolas produtoras de queijo e cereais. Não é constatado ser uma zona de grande importância natural ou histórico-cultural, já que é uma zona com grande ação antrópica, porém há a presença de uma área de proteção regional do rio pó.

Passo 1 - estruturação do problema e desenvolvimento da tomada de decisão

O problema de decisão foi dividido em várias partes elementares, para isso, foi realizada, inicialmente, uma pesquisa que visa a identificação de indicadores úteis para a análise a ser conduzida, considerando os possíveis efeitos negativos da implantação de um incinerador com recuperação de energia. Alguns desses indicadores são qualitativos, enquanto outros quantitativos, dependendo da disponibilidade dos dados das diferentes cidades, e dependendo do tipo de dados.

Alternativas	
1	Ivrea
2	Rivarolo Canavese
3	Settimo Torinese

Classe do Impacto	
1	Altamente negativo
2	Negativo
3	Moderadamente negativo
4	Insignificante
5	Moderadamente positivo
6	Positivo
7	Muito positivo

Matriz de impactos		Alternativas		
		1	2	3
	Impactos			
Impactos Ambientais e Bióticos	Índice de biodiversidade	5	5	2
	Valor de naturalidade	6	6	3
	Qualidade da paisagem	6	5	3
Impactos Ambientais e Abióticos	Transmisividade do aquífero	2	1	3
	Nox: capacidade dispersiva no ar	7	6	5
	Risco Hidrogeológico	1	3	3
Impactos Humanos	Uso do solo	3	5	3
	Áreas preservadas	4	5	6
	NO2 e PM10: numero de superação dos limites anuais	7	5	4
	Impactos cumulativos	7	4	2
	Presença de receptores sensíveis num raio de 500m	2	2	3
Impactos Sociais	Sensibilidade da paisagem natural	6	4	3
	Separação de resíduos	6	5	5
	Presença de patrimônio histórico cultural	6	4	5
Impactos demográficos	Número de edifícios por km percorridos	3	2	3
	Densidade populacional	1	3	2
	Número de habitantes residentes	2	3	1
Impactos Econômicos	Número de locais a serem recuperados	2	3	1
	Número de cidadãos empregados em relação ao total da cidade	7	5	5
	Mercado imobiliário rural	2	1	2
	Mercado imobiliário urbano	2	3	1
	Redução das emissões graças à recuperação de energia	1	1	2
Impactos normativos	Presença de restrições	5	1	1
	Coerência com os instrumentos de urbanização do local	1	3	7
	Coerência com os instrumentos de urbanização global	1	3	7
	Classe acústica	3	3	5
Impactos Logísticos	Km percorridos ao ano para recolhimento dos resíduos	1	2	7
	Fluxo de trafego atual num raio de 2km	3	2	1
	Alteração trafego pesado num raio de 2km	3	3	5
Impactos ligados à mobilidade	Sistema de infraestrutura num raio de 2km	7	5	7
	Distância da estação de trem mais próxima	4	4	4
	Extensão da rede de transmissão de energia	7	5	5

Imagem 7, Matriz dos Impactos, Fonte: Notas de aula, Professor Mondini Giulio (2014)

Concluída esta primeira pesquisa, seguiu-se com a criação de uma matriz de impacto, em que temos agrupados os indicadores, nas principais categorias; esta serve para considerar os impactos associados com o tipo de intervenção. Na prática, estas principais categorias se tornarão a base de clusters. Decidiu-se fazer referencia às três questões mais importantes da

sustentabilidade: ambiente, economia e sociologia, enquanto dois outros aspectos que são levados em conta como significativo são questões reguladoras e de logística.

O modelo de representação que foi decidido adotar é a rede simples. Os indicadores foram, por conseguinte, agrupados em grupos, mais precisamente dentro de cada cluster, que tem um nome que o identifica bem. Um total de nove clusters foi identificado, já que, desde o início, foi decidido não ignorar alguns indicadores que foram considerados essenciais para a avaliação.

Os 9 clusters são: aspectos bióticos (relativos a organismos animais e vegetais), abióticos (referem-se a elementos não vivos, orgânicos, inorgânicos e fatores climáticos), humanos (ligados ao uso da terra e organização da comunidade, aspectos sociais (contém elementos relacionados aos aspectos históricos e a sensibilidade do homem em comparação com o contexto local – paisagem), os aspectos demográficos (elementos estritamente numéricos ligada à população residente) e econômicos, aspectos logísticos (relacionados a dados numéricos de tráfego e quilômetros percorridos) e, finalmente, aspectos da mobilidade com indicadores sobre quilômetros de infraestrutura e dados semelhantes.

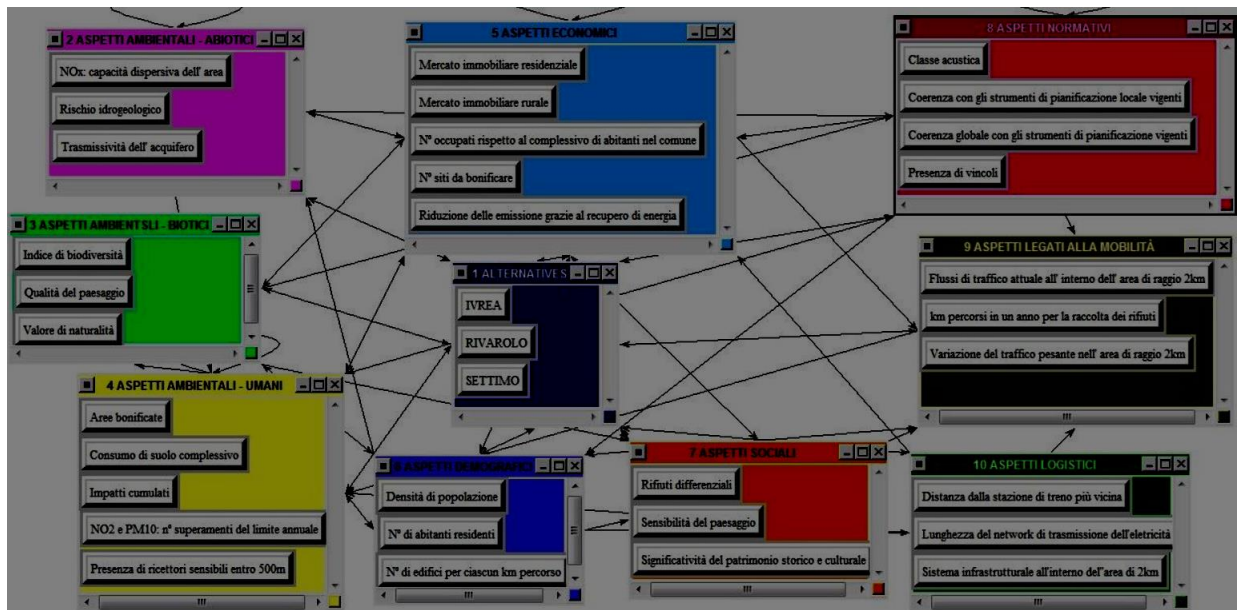


Imagem 8: Relações de dependência e interdependência entre os elementos dos cluster (Fonte: software Superdecision)

A seguir uma tabela que permite ler claramente a relação entre os vários elementos e, os elementos aos quais causa influência.

Cluster	Indicador:	Causa influência a:
	Transmissividade do aquífero	- Risco hidrogeológico; - Coerência com os instrumentos de urbanização global vigente; - Coerência com os instrumentos de urbanização local vigente;
	NOx: capacidade dispersiva do ar	- NO2 e PM10: nº de superação do limite anual; - Presença de restrições;

Aspectos Ambientais Abióticos	Risco hidrogeológico	<ul style="list-style-type: none"> - Coerência com os instrumentos de urbanização global vigente; - Coerência com os instrumentos de urbanização local vigente; - Mercado imobiliário rural;
Aspectos Ambientais Bióticos	Índice de biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> - Coerência com os instrumentos de urbanização global vigente; - Mercado imobiliário rural;
	Valor de naturalidade	<ul style="list-style-type: none"> - Coerência com os instrumentos de urbanização global vigente; - Mercado imobiliário rural; - Sensibilidade da paisagem
	Qualidade da paisagem	<ul style="list-style-type: none"> - Coerência com os instrumentos de urbanização global vigente; - Sensibilidade da paisagem - N° de edificações por km percorrido; - Mercado imobiliário rural; - Mercado imobiliário urbano; - N° de locais a serem recuperados;
Aspectos Ambientais Humanos	Uso do solo	
	Áreas preservadas	<ul style="list-style-type: none"> - Coerência com os instrumentos de urbanização local vigente; - Densidade populacional; - Uso do solo; - Mercado imobiliário rural; - Mercado imobiliário urbano; - Índice de biodiversidade; - Valor de naturalidade;
	NO2 e PM10: n° de superação do limite anual	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das emissões graças à recuperação de energia;
	Impactos cumulativos	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de receptores sensíveis; - Mercado imobiliário rural; - Mercado imobiliário urbano; - Redução das emissões graças à recuperação de energia;
	Presença de receptores sensíveis em um raio de 500m	
	N° de locais a serem recuperados	<ul style="list-style-type: none"> - Mercado imobiliário rural; - Sensibilidade da paisagem, - Qualidade da paisagem;
	N° cidadãos empregados referentes ao total de habitantes da cidade	<ul style="list-style-type: none"> - N° habitantes residentes; - Fluxo atual de tráfego num raio de 2km;
	Mercado imobiliário rural	<ul style="list-style-type: none"> - Risco hidrogeológico;

Aspectos Econômicos		<ul style="list-style-type: none"> - Índice de biodiversidade; - Valor de naturalidade; - Áreas a serem recuperadas; - Uso do solo; - Impactos cumulativos; - Densidade populacional; - N° de habitantes residentes;
	Redução das emissões graças à recuperação de energia	
Aspectos Demográficos	Densidade populacional	<ul style="list-style-type: none"> - Uso do solo; - Impactos cumulativos; - Mercado imobiliário rural; - Mercado imobiliário urbano; - Sensibilidade da paisagem, - Fluxo atual de tráfego num raio de 2km; - Infraestrutura num raio de 2km;
	N° de habitantes residentes	<ul style="list-style-type: none"> - Mercado imobiliário rural; - Mercado imobiliário urbano; - N° cidadãos empregados referentes ao total de habitantes da cidade; - NOx: capacidade dispersiva do ar; - Uso do solo; - NO2 e PM10: n° de superação do limite anual; - Fluxo atual de tráfego num raio de 2km;
	N° de edificações por km percorrido	<ul style="list-style-type: none"> - Qualidade da paisagem; - Uso do solo; - Mercado imobiliário rural; - Fluxo atual de tráfego num raio de 2km; - Extensão da rede de transmissão de energia;
Aspectos Sociais	Separação de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das emissões graças à recuperação de energia; - Km percorridos ao ano para recolhimento dos resíduos;
	Sensibilidade da paisagem natural	
	Presença de patrimônio histórico e cultural	<ul style="list-style-type: none"> - Mercado imobiliário rural;
Aspectos Regulatórios	Classe acústica	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de receptores sensíveis;
	Presença de restrições	<ul style="list-style-type: none"> - Mercado imobiliário rural; - Mercado imobiliário urbano; - NO2 e PM10: n° de superação do limite anual; - Áreas a serem recuperadas;
	Coerência com os instrumentos de urbanização local vigentes	<ul style="list-style-type: none"> - Densidade populacional; - N° de habitantes residentes;
	Coerência com os instrumentos de urbanização global vigentes	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissividade do aquífero; - Fluxo atual de tráfego num raio de 2km;

		- Coerência com os instrumentos de urbanização local vigentes;
Aspectos ligados à Mobilidade	Fluxo atual de tráfego num raio de 2km	- Densidade populacional; - N° de habitantes residentes; - N° de edificações por km percorrido; - NO2 e PM10: n° de superação do limite anual;
	Km percorridos ao ano para recolhimento dos resíduos	- NO2 e PM10: n° de superação do limite anual;
	Alteração no tráfego pesado num raio de 2km	- NO2 e PM10: n° de superação do limite anual;
Aspectos Logísticos	Distância da estação de trem mais próxima	- Mercado imobiliário urbano;
	Infraestrutura num raio de 2km	- NO2 e PM10: n° de superação do limite anual; - Fluxo atual de tráfego num raio de 2km;
	Extensão da rede de transmissão de energia	

Imagem 9: Relações de dependência e interdependência entre os elementos dos cluster (Fonte: Autor – 2015)

Passo 2 – Confronto Aos Pares

Após todos os clusters terem sido ligados de acordo com as relações de seus elementos, foi realizada a etapa do confronto aos pares. Pode-se observar os resultados obtidos e verificar o valor de inconsistência alcançados.

2. Node comparisons with respect to IVREA

Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct
Comparisons wrt "IVREA" node in "8 ASPETTI NORMATIVI" cluster				
Classe acustica is equally as important as Presenza di vincoli				
1. Classe acustica	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9	>=9.5 No comp. Coerenza con gli
2. Classe acustica	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9	>=9.5 No comp. Coerenza global
3. Classe acustica	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9	>=9.5 No comp. Presenza di vincoli
4. Coerenza con gli	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9	>=9.5 No comp. Coerenza global
5. Coerenza con gli	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9	>=9.5 No comp. Presenza di vincoli
6. Coerenza global	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9	>=9.5 No comp. Presenza di vincoli

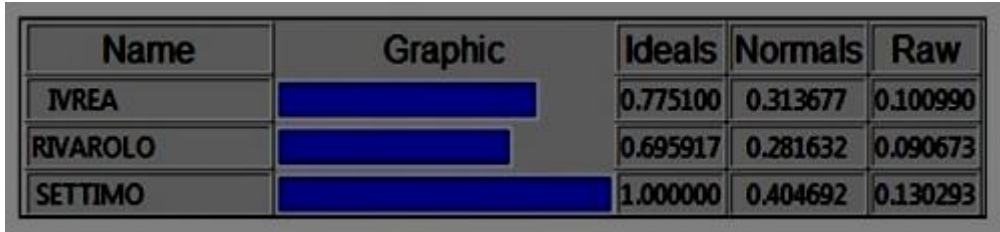
Imagem 10: Exemplo de confronto aos pares (Fonte: software Superdecision)

PASSO 3 - Formação das Supermatrizes

As matrizes foram realizadas automaticamente pelo software Superdecision após a realização do confronto aos pares.

PASSO 4 - Síntese Das Prioridades E Seleção Da Melhor Alternativa

Neste passo é obtido qual das três alternativas foi a mais adequada para a localização de um incinerador; o resultado é exibido em forma de gráfico, apenas após a realização da supermatriz limite. Como resultados obtivemos que a cidade de SettimoTorinese é a mais adequado para a localização da usina na província de Turim, com um significativo distanciamento das outras duas alternativas.






Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
IVREA		0.775100	0.313677	0.100990
RIVAROLO		0.695917	0.281632	0.090673
SETTIMO		1.000000	0.404692	0.130293

Imagem 11: Gráfico do resultado da melhor alternativa (Fonte: software Superdecision)

6- CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu compreender o método ANP, que como um método de apoio a decisão mais empregados no mundo demonstrou ser um método eficiente e robusto na avaliação de critérios. Além disso, foi possível perceber que a modelagem era otimizada com o acréscimo de fatores considerados, e das relações a eles propostas.

No caso estudo proposto, o ANP teve uma importante aplicação, pois demonstrou-se uma ferramenta importante na decisão da localização do incinerador com recuperação de energia. A aplicação do método possibilitou também, um confronto em dupla entre todos os membros dos grupos dos clusters avaliando a potencialidade e deficiência de cada local em relação a um atributo.

De um modo geral, pode-se dizer que apesar de oneroso o procedimento demonstrou ser eficaz em decisões complexas, e é importante ressaltar a importância da estrutura do modelo, já que o resultado pode variar em grandes proporções dependendo dos critérios analisados, e das interações entre os clusters.

7. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) – Estudo da ANP realizado durante período de intercâmbio – CSF, Politecnico di Torino; Torino- Itália.

8- BIBLIOGRAFIA

ANTP, Seminário sobre Transporte Clandestino Urbano, Revista dos Transportes Públicos, ANTP, no 63, 1994.

CHENG, E. W. L.; LI, H. Application of ANP in process models: An example of strategic partnering. Building and Environment, v. 42, p. 278-287, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.07.031>.

INTERNATIONAL SOCIETY ON MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING: Disponível em: <http://www.mcdmsociety.org/conf.html>. Acesso em: 02 de maio de 2015.

MICHEL CONAN, Environmentalism in Landscape Architecture Edited by Michel Conan, disponível em: <http://www.annewhistonspirn.com/pdf/environmenalism.pdf> . Acesso em: 15 de junho de 2015.

MONDINI G, ANP – Análise multicritéri: Disciplina: Avaliação de Impacto Ambiental, 5-30 de set. de 2014. 26 f. Notas de Aula. Digitalizado.

SAATY, T. L. Analytic Hierarchy Process: Decision Making for Leaders. RWS Publications, 2001. v. II of the AHP Series Thomas L. Saaty. 315 p. SAATY, T. L. Decision making with dependence and feedback: The Analytic Network Process. Pittsburgh: RWS Publications, 1996.

SAATY, T.L., “Fundamentals of the Analytic Network Process”, ISAHP 1999, Kobe, Japan, August 12-14, 1999.

SAATY, R. W. Super Decisions. Software for Decision Making with Dependence and Feedback. Tutorial, 2003. Disponível em: http://www.superdecisions.com/demos_tutorials.php3>. Acesso em: nov. 2010.

SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw Hill, 1980.