



ESTUDO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO.

Flávia Tuane Ferreira Moraes¹
flaviatuane@yahoo.com.br

Andriani Tavares Tenório Gonçalves¹
andriani_dri@yahoo.com.br

Josiane Palma Lima¹
jpalimalima@gmail.com

Renato da Silva Lima¹
rslima74@gmail.com

Guilherme Lima Marques
¹Universidade Federal de Itajubá
Av. BPS, 1303. Pinheirinho, Itajubá-MG
limarques8@gmail.com

RESUMO

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) representam entre 40 e 60% do total de resíduos gerados nos municípios brasileiros, a grande produção aliada diversidade de materiais tornam o processo de gestão municipal de RCC complexo e difícil de ser avaliado. O presente trabalho tem como objetivo o levantamento e o estudo de indicadores para avaliação da gestão de RCC. Utiliza-se o processo hierárquico analítico para determinação do grau de importância dos indicadores. Para tanto, os indicadores de desempenho foram selecionados e agrupados em quatro grupos (operacional, ambiental, político-econômico e social), cada grupo composto por critérios e subcritérios. Foram selecionados cinco especialistas que realizaram a comparação par a par entre tais indicadores, atribuindo a importância relativa por meio de matrizes. Os grupos ambiental e político-econômico obtiveram a maior importância destaca-se, assim, a necessidade de medidas políticas e ambientais na gestão de RCC.

PALAVRAS CHAVE. Análise Multicritério, AHP, Resíduos de Construção Civil.

Tópicos ADM – Apoio à Decisão Multicritério

ABSTRACT

The Construction Waste (CW) represents between 40 and 60% of the total waste generated in the Brazilian municipalities, the great production along with the large diversity of materials, which compound such kind of waste make the process of municipal management of CW complex and difficult to evaluate. The present study objective the survey and the study of indicators for evaluation of the management of CW. We used the analytical hierarchical process to determine the degree of importance of each criterion. The performance indicators were selected and grouped in four groups (operational, environmental, political economic and social), each group composed of criteria and sub-criteria. We selected five specialists who compared these indicators attributing to them a relative importance to each criterion on the matrix of comparison. The environmental and political-economic groups had more importance that showed the need for political and environmental measures in the management of CW.

KEYWORDS. Multicriteria Analysis, AHP, Construction Waste.

Paper topics ADM – Multicriteria Decision Support



1. Introdução

A Construção Civil é uma importante atividade econômica brasileira, sendo representativa para o PIB do país. Apesar da importância, o setor gera diversos impactos ambientais em toda sua cadeia produtiva, sendo considerada a atividade que mais consome matéria-prima e energia, além de ser responsável pela produção de um grande volume de resíduos sólidos. O gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (RCC) enfrenta dificuldades devido ao desconhecimento de sua natureza e ausência da cultura de separação. Quando não possuem destinação adequada os RCC podem gerar obstrução de elementos de drenagem urbana, poluição de vias públicas e degradação de mananciais.

A Resolução Conama nº 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos Resíduos da Construção civil. Além de determinar que os municípios elaborem seus Planos de Gestão de Resíduos da Construção Civil, contemplando os pequenos geradores. E define a responsabilidades dos agentes privados sobre os resíduos por eles gerados. Os grandes geradores devem elaborar projetos de gerenciamento destes resíduos e apresentá-los ao poder público para aprovação. Nesse contexto, a gestão de municipal de RCC é um processo decisório complexo, repleto de variáveis e dados que precisam ser estruturados [Conama 2002]. Existe, portanto, a necessidade de se utilizar ferramentas para avaliar a gestão municipal de tais resíduos.

Diante deste quadro, buscam-se métodos que possam analisar a eficiência da gestão municipal de RCC. A utilização de análise multicritério vem se mostrando eficiente no auxílio à tomada de decisão a questões ambientais. A possibilidade de analisar variáveis complexas, questões conflitantes, dados qualitativos e quantitativos torna o método atrativo para estudos que envolvem o gerenciamento de resíduos. Desta forma, este estudo busca elaborar um modelo multicritério para a avaliação da Gestão Municipal de Resíduos de Construção Civil.

2. Gestão Municipal de Resíduos de Construção civil

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos de construção civil são aqueles gerados nas obras civil, devido às construções, demolições, reparos, preparação e escavação de terrenos [Brasil 2010]. Segundo a ABNT - NBR 10004, estes resíduos são classificados como inertes [ABNT 2004]. Porém, podem apresentar contaminantes em sua composição e resultam em graves impactos ambientais caso sejam dispostos de forma inadequada [Melo et al.2008].

A gestão de resíduos da construção civil é uma preocupação mundial devido aos grandes volumes de materiais gerados. Os municípios brasileiros coletaram um total de 45 milhões de toneladas de RCC em 2014 [Abrelpe 2014]. Grande quantidade destes resíduos é gerada por desperdício de materiais naturais (areia, pedra, madeira) e cimento [Segantini e Wada 2011].

No Brasil, a gestão e manejo de resíduos da construção estão disciplinados desde 2002 e foram estabelecidos pela Resolução Conama nº 307/2002 [Conama 2002]. Posteriormente esta foi alterada pelas Resoluções nº 348/2004 [Conama, 2004], 431/2011 [Conama, 2011], 448/2012 [Conama 2012], 469/2015 [Conama 2015]. Estas resoluções também estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos RCC. Determinam que os municípios elaborem seus Planos de Gestão de Resíduos da Construção Civil, contemplando os pequenos geradores. Além de definir as responsabilidades dos geradores privados, que devem elaborar projetos de gerenciamento destes resíduos e apresentá-los ao poder público para aprovação.

Os RCC são classificados em quatro classes e apresentam formas de destinação de acordo com sua classificação e característica. De acordo com a Conama 307/2002, os resíduos de classe A são aqueles que podem ser reutilizáveis ou recicláveis como agregado e utilizado em obras civis, estes devem ser enviados para Aterros de Resíduos de Classe A. A classe B engloba os resíduos recicláveis para outras destinações como centrais de reciclagem de plásticos, papel, papelão. Na classe C, encontram-se os Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua



reciclagem ou recuperação. Por fim, são resíduos perigosos, tais como tintas, solventes, óleos são classificados como resíduos de classe D.

Para um gerenciamento eficaz destes resíduos, os municípios devem primeiramente realizar diagnóstico preliminar dos resíduos e de outros fatores que envolvem a gestão de RCC em nível municipal, como os impactos ambientais e econômicos que são causados por estes. Em seguida, os municípios devem fazer o planejamento das ações e a estruturação do sistema de gestão integrada para o manejo dos RCC. Ao estruturar seu sistema de gestão, o município deverá realizar ações de fiscalização e informação ambiental (orientações para população e trabalhadores do setor de construção) a fim de mobilizar os diversos agentes sociais envolvidos com a gestão de RCC [MMA 2010].

Estes resíduos também apresentam alto potencial de recuperação, porém apenas uma pequena parcela é aproveitada [Ortiz et al 2010]. O reuso dos resíduos e a reciclagem no canteiro de obra, o envio dos materiais nos pontos de entrega voluntária, cooperativas de reciclagem são algumas das alternativas de destinação [Paschoalin Filho e Duarte, 2015]. Desta forma os municípios devem estruturar seus sistemas de gestão priorizando tais medidas.

Ressalta-se ainda que os RCC, segundo a Conama 307 de 2002, complementada pela Resolução Conama 348 de 2004, não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de bota fora, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, devendo ser conduzidos a áreas específicas, que devem obter licenciamento ambiental.

3. Análise multicritério e a Gestão de Resíduos

A análise multicritério surgiu nos anos 60 para auxiliar na tomada de decisões e é uma importante ferramenta que frequentemente vem sendo utilizada na resolução de problemas ambientais. Esta análise é capaz de integrar as diferentes perspectivas dos atores envolvidos, sendo útil para avaliar diferentes opções ou alternativas, considerando diferentes critérios muitas vezes conflitantes [Dorsal et al 2013].

Em diversos trabalhos foram utilizadas análise multicritério para a tomada de decisão em relação à gestão de resíduos [Hanan et al. 2013]. No Reino Unido, por exemplo, foi elaborado um estudo que incluiu a opinião dos habitantes da cidade de Reading, aspectos técnicos, financeiros e ambientais para a tomada de decisão sobre o aproveitamento energético dos resíduos produzidos na cidade [López 2010]. Justifica-se o uso da análise multicritério no gerenciamento de resíduos pelo fato desta englobar aspectos políticos, técnicos e estar fortemente ligada a opinião pública [Koston et al. 2005].

Há características na análise multicritério que a tornam adequada na gestão ambiental e de resíduos, como: sua eficácia em análises complexas, a flexibilidade no trabalho com dados qualitativos e quantitativos e sua capacidade de considerar várias partes interessadas [Mendoza e Martins 2006].

Existem diferentes métodos de análise multicritério, os principais são: *Electree*, *Promethee*, *Regime*, *Multiattribute Utility Theory* (MAUT), *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART), *Analytic Network Processes* (ANP), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) e *Analytic Hierarchy Process* (AHP) [Rodriguez et al. 2013].

Dentre tais métodos, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) que incorpora medidas de avaliação objetivas e subjetivas e permite testar a sua consistência [Saaty, 1980]. A AHP propõe um modelo hierárquico com um nível mais alto (objetivo geral) e níveis mais baixos que constituem os critérios e subcritérios utilizados para a avaliação. Como consequência desta estruturação a AHP permite a apresentação clara dos critérios de avaliação, contribuindo para a seleção de tecnologia e a tomada de decisão o manejo de resíduos sólidos [Parekh et al. 2014].

Ao avaliar a relevância de cada um dos critérios, o método AHP utiliza de comparações par a par, dispostas numa matriz quadrada 'n x n', na qual as linhas e as colunas correspondem aos 'n' critérios analisados para o problema em questão. Nestas matrizes, utiliza-se a escala de Saaty que é uma escala elaborada de 1 a 9, sendo que 1 significando a indiferença de importância de um critério em relação ao outro e 9 significando a extrema importância de um critério sobre outro [Saaty 1980].



$$A = [a_{i,j}]_{n \times n} \quad (1)$$

Na equação (1), cada linha $i \in N$ mostra as razões entre o peso do critério de índice i quando comparado a $j \in N$, onde $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Desta forma, $a_{i,j}$ corresponde ao peso ou valor dado por um especialista, quando compara o critério da linha $i \in N$ com um dos critérios nas colunas $j \in N$ da matriz A . A matriz A , é tal que $a_{i,j} = 1/a_{j,i}$, sendo $a_{i,i} = 1$, quando $i = j$ e $j \in N$ [Quadros e Nassi 2014].

A partir das matrizes, é possível se obter o peso normalizado (v_{ij}), basta dividir um elemento da matriz pela a somatória dos valores presente na coluna que este se encontra. Conforme mostrado nas equações (2) e (3).

$$v_{ij} = a_{ij} / \sum_{i \in N} a_{ij}, \text{ onde } \sum v_{ij} = 1, \forall j \in N \quad (2)$$

$$\bar{A} = [v_{ij}]_{n \times n} \quad (3)$$

Na utilização do AHP é normal ocorrer inconsistências, estas já são previstas pelo método. O índice de inconsistência de uma matriz pareada é utilizado para mostrar o quanto o autovalor ($\lambda_{\text{máx}}$) da matriz está afastado do valor esperado (n). O valor teórico do autovalor é n (número de critérios definidos) e o desvio pode ser calculado pela diferença entre o autovalor e n ($\lambda_{\text{máx}} - n$) [Quadros e Nassi 2014]. O cálculo do índice de inconsistência (IC) é mostrado na equação 4. A razão de inconsistência (RC) é determinada pela razão entre RC e o índice de consistência aleatória (IR), que tem seu valor tabelado (tabela 1). Assim, quanto maior for o RC, maior é a inconsistência. As fórmulas para cálculo são mostradas na equação (4). Uma matriz é considerada normalmente consistente se a razão encontrada fosse menor que 0,1.

$$IC = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n - 1) \quad (4)$$

Tabela 1 Índice de Consistência Aleatória (IR)
Adaptado de [Quadros e Nassi 2014]

Número de Critérios N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

4. Metodologia

O presente estudo utiliza a *Analytic Hierarchy Process*, que busca identificar e avaliar múltiplos critérios de seleção, considerando alternativas existentes. O processo de aplicação do AHP é constituído de três fases. A primeira consiste em definir o objetivo maior da pesquisa, e a partir deste relacionar os critérios e combinar as alternativas disponíveis. A segunda fase está ligada a comparação das alternativas e dos critérios. Por fim, a última fase consta na contribuição de cada critério em relação ao objetivo maior [Quadros e Nassi 2014].

Para a realização do presente estudo, primeiramente, foi definido o objetivo maior da pesquisa, este consiste na avaliação da eficiência da Gestão Municipal de Resíduos da Construção Civil. Com base neste objetivo foram selecionados os indicadores (critérios) por meio da pesquisa bibliográfica e na legislação vigente. Foram selecionados 34 subcritérios agrupados em 13 critérios estruturados em quatro grupos: operacional, ambiental, político-econômico e social.

Neste estudo foram elaboradas 17 matrizes, sendo uma 7x7, duas 4x4, seis 3x3, oito 2x2. Estas matrizes foram enviadas para cinco avaliadores, que foram escolhidos pela sua proximidade com o tema. Após as respostas dos especialistas foi possível atribuir à importância relativa de cada critério para a avaliação da gestão municipal de RCC.



5. Hierarquização

Os indicadores selecionados foram baseados nos estudos de [Yuan 2013], [Gehrke 2012] e [Santiago e Dias 2012], bem como na legislação vigente. Estes foram agrupados em quatro grupos, treze critérios e trinta e quatro subcritérios. Cada um dos critérios foi associado a um dos quatro grupos identificados.

O primeiro grupo engloba critérios e subcritérios referentes ao aspecto operacional. Já o grupo ambiental envolve critérios e subcritérios relacionados ao ambiente e que são importantes para avaliar a gestão de RCC. As ações políticas e econômicas que envolvem a gestão de RCC constituem outro grupo. Por fim, o quarto grupo envolve os aspectos sociais relacionados a gestão de RCC.

5.1. Grupo Operacional.

Este grupo de indicadores é composto por 7 critérios e 20 subcritérios, que visam analisar a eficiência das diferentes etapas necessárias para que os resíduos possam receber uma destinação final adequada. Deste modo, compõe este grupo os seguintes critérios: identificação, separação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RCC. A tabela 2 mostra a organização hierárquica deste grupo e apresenta a definição para cada subcritério.

Tabela 2 Grupo Operacional

Critério	Subcritério	Descrição
Identificação	Quantificação dos RCC	Quantificação do total de RCC gerados no município
	Caracterização dos RCC	Composição do RCC conforme a Resolução CONAMA nº 307/02 (Classe A, B, C e D).
Separação	Separação na origem	Os resíduos são separados por classe (Classe A, B, C e D) na fonte de geração.
	Separação em áreas de destinação licenciadas	Os resíduos são separados por classe (Classe A, B, C e D) em áreas de destinação licenciadas.
Acondicionamento	Recipientes específicos	O município possui recipientes compatíveis com o tipo e a quantidade de resíduos produzidos
	Condição dos recipientes	Os recipientes encontram-se em condições satisfatórias de uso.
	Localização dos recipientes	Os recipientes encontram-se em locais estratégicos.
Coleta	Frequência	Frequência de coleta de RCC no município.
	Coleta porta-a-porta	Os resíduos são coletados na fonte de geração.
	Coleta Seletiva	Os resíduos são coletados por classe (A, B, C e D).
	PEVs (Pontos de entrega voluntária)	Pontos de entrega voluntária distribuída no município.
Transporte	Roteirização	Planejamento do sistema de transporte por rotas.
	Condições dos veículos	Se os veículos utilizados para coleta apresentam condições satisfatórias.



	Tipos de veículos	Quais os tipos de veículos utilizados na coleta dos RCC.
Tratamento	Beneficiamento	Os resíduos são submetidos a processos que permitem a utilização destes como matéria-prima ou produto.
	Reciclagem	Os resíduos são submetidos a um processo de transformação física, química ou biológica, obtendo um novo produto.
	Reutilização	Os resíduos são submetidos ao ato de reaplicação, sem a transformação física, química ou biológica do mesmo.
Disposição Final	Disposição por classe	Os resíduos são destinados por classe (A, B, C e D).
	Presença de aterros de RCC	Existência no município de aterros para resíduos de construção civil.
	Áreas irregulares	Existência de áreas irregulares para a disposição de RCC.

5.2. Grupo Ambiental

Este grupo de indicadores é composto por 2 critérios e 4 subcritérios, que visam analisar a preocupação ambiental dos municípios ao elaborarem a gestão municipal de RCC. Assim, neste grupo estão os seguintes critérios: controle ambiental e recuperação ambiental, que se referem às ações realizadas pelo município de monitorar e fiscalizar os recursos naturais, bem como reduzir os impactos causados pelos RCC. A tabela 3 mostra a organização hierárquica deste grupo e apresenta a definição para cada subcritério.

Tabela 3 Grupo Ambiental

Critério	Subcritério	Descrição
Controle Ambiental	Fiscalização ambiental	Há fiscalização municipal dos recursos naturais em relação à legislação vigente.
	Monitoramento dos recursos naturais	Há no município o monitoramento dos recursos naturais.
Recuperação Ambiental	Recuperação de áreas degradadas por RCC	Há no município projetos para a recuperação de áreas degradadas por RCC.
	Compensação Ambiental	Há no município medidas para compensar os danos ambientais decorrentes da gestão inadequada dos RCC.

5.3. Grupo Político-Econômico

Este grupo é composto pelas políticas municipais (leis e planos municipais) que dão diretrizes para a gestão de RCC. É composto por 2 critérios e 5 subcritérios, que visam analisar aspectos político-econômicos da gestão municipal de RCC. A tabela 4 mostra a organização hierárquica deste grupo e apresenta a definição para cada subcritério.

Tabela 4 Grupo Político-Econômico

Critério	Subcritério	Descrição
Políticas Municipais	Leis Municipais de RCC	Há no município leis referentes aos RCC.



	Plano Municipal de Gestão de RCC	O município apresenta o Plano Municipal de Gestão de RCC.
Econômico	Captação de recursos	O município busca recursos na esfera estadual e federal para gestão de RCC.
	Aplicação de recursos	Os recursos são aplicados de maneira adequada para a gestão dos RCC.
	Parcerias público-privadas	Há parcerias público-privadas voltadas para a gestão de RCC.

5.4. Grupo Social

A tabela 5 mostra a organização hierárquica do grupo social e apresenta a definição para cada subcritério.

Tabela 5 Grupo Social

Critério	Subcritério	Descrição
Educacionais	Capacitação para os trabalhadores	Há a capacitação dos trabalhadores envolvidos com a gestão de RCC.
	Educação Ambiental para a população	Há programas de educação ambiental voltados para a sensibilização da população em relação à gestão de RCC.
Responsabilidade Compartilhada	Participação do Setor Público	Participação do Setor Público conforme a Lei 12.305/2010.
	Participação do Setor Privado	Participação do Setor Privado conforme a Lei 12.305/2010.
	Participação da População	Participação da População conforme a Lei 12.305/ 2010.

Este grupo de indicadores é composto por 2 critérios e 5 subcritérios, que visam analisar aspectos sociais ligados a gestão municipal de RCC. Sendo este composto pelos critérios: educacionais e de responsabilidade compartilhada.

5.5. Estrutura hierárquica

Na figura 1 é mostrada a estrutura hierárquica que representa a relação estabelecida entre os grupos, critérios e subcritérios.

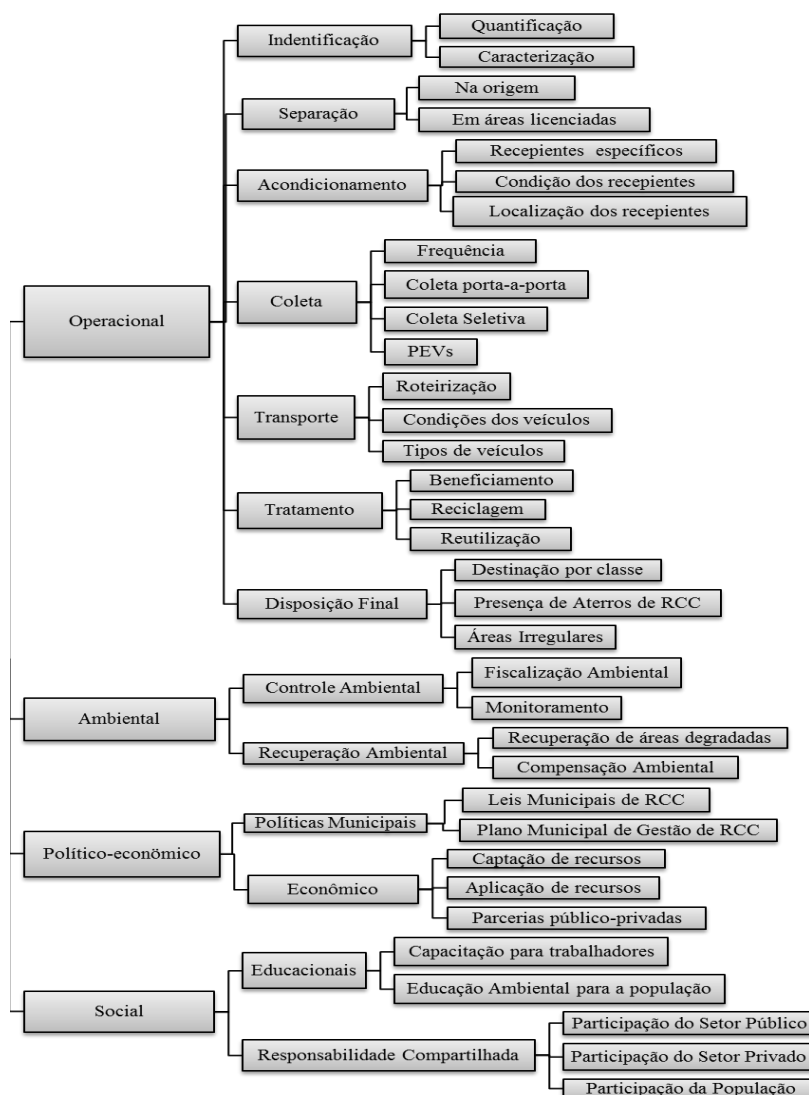


Figura 1 Estrutura Hierárquica

6. Determinação do grau de importância

A tabela 6 apresenta o resultado da comparação pareada dos critérios e subcritérios realizada pelos cinco especialistas consultados.

Tabela 6 Pesos obtidos para os critérios e subcritérios

Grupo (Importância)	Critério (Importância)	Subcritério (Importância)
OPERACIONAL	Identificação (9%)	Quantificação (40%)
		Caracterização (60%)
	Separação (13%)	Na origem (69%)
		Áreas licenciadas (31%)
	Acondicionamento (10%)	Receptientes específicos (43%)
		Condição dos receptientes (22%)
Localização dos receptientes (35%)		



	Coleta (18%)	Frequência (20%)
		Coleta porta-a-porta (20%)
		Coleta Seletiva (40%)
		PEVs (20%)
	Transporte (12%)	Roteirização (44%)
		Condições dos veículos (33%)
		Tipos de veículos (23%)
	Tratamento (18%)	Beneficiamento (32%)
		Reciclagem (28%)
		Reutilização (40%)
	Disposição Final (20%)	Disposição por classe (39%)
		Presença de aterros de RCC (37%)
Áreas irregulares (24%)		
AMBIENTAL	Controle Ambiental (45%)	Fiscalização ambiental (50%)
	Recuperação Ambiental (55%)	Monitoramento (50%)
POLÍTICO-ECONÔMICO	Políticas Municipais (67%)	Recuperação de áreas degradadas (50%)
		Compensação Ambiental (50%)
	Econômico (33%)	Leis Municipais (40%)
		Plano Municipal de Gestão de RCC (60%)
SOCIAL	Educativos (75%)	Captação de recursos (30%)
		Educação Ambiental para a população (55%)
	Responsabilidade Compartilhada (25%)	Aplicação de recursos (45%)
		Parcerias público-privadas (25%)
		Participação do Setor Público (26%)
	Participação do Setor Privado (38%)	
	Participação da População (36%)	

Ao observar a tabela 6 é possível perceber que no grupo operacional o critério de maior importância foi à disposição final (20%). Isto mostra a preocupação existente sobre a forma de destinação final dos RCC. Dentro deste critério, a disposição por classe foi o subcritério que obteve maior importância (39%). Tal fato ressalta a necessidade destinar os RCC de forma apropriada, de acordo com as classes estabelecida pela resolução Conama. O critério de menor importância no grupo operacional é a identificação dos RCC (9%), sendo que o subcritério quantificação apresenta maior importância relativa (60%) do que a caracterização (40%). Vale ressaltar que a caracterização influencia diretamente na disposição por classe, visto que é na caracterização são identificadas as classes destes resíduos.

Dentro do grupo ambiental o critério de maior importância foi a recuperação ambiental (55%) e os dois subcritérios pertencentes a este critério obtiveram a mesma importância (50%). Assim, percebe-se a necessidade da recuperação áreas degradadas pela gestão inadequada de RCC, bem como de compensar os danos ambientais por eles causados.

No grupo político-econômico, nota-se a preocupação sobre a existência de políticas municipais que regularize a gestão de Resíduos da Construção Civil (67% da importância), desta forma a existência do Plano Municipal de Gestão de RCC foi o subcritério mais relevante dentro do grupo (60%). Este Plano é o documento que estrutura a nível municipal a gestão de RCC e é determinado pela resolução Conama 448/2012, porém nem todos os municípios brasileiros apresentam tal plano.



Por fim, no grupo social, o critério que obteve maior peso foi o relacionado às medidas educacionais (75%), e o subcritério de maior relevância para este critério foi a educação ambiental para a população (55%). No que diz respeito ao critério responsabilidade compartilhada, este obteve menor importância dentro do grupo, ao nível dos subcritérios percebeu-se que a participação do setor público apresentou a menor importância relativa (26%) quando comparada a participação do setor privado (38%) e da população (36%). Isto sugere que a população e o setor privado devem ter um maior engajamento com a gestão de RCC que muitas vezes é atribuída apenas ao setor público.

Em relação à comparação entre os grupos (figura 2), o grupo ambiental e o grupo político-econômico obtiveram a mesma importância (27%), seguido dos grupos operacional (24%) e social (22%).

Grau de Importância obtida para cada Grupo.

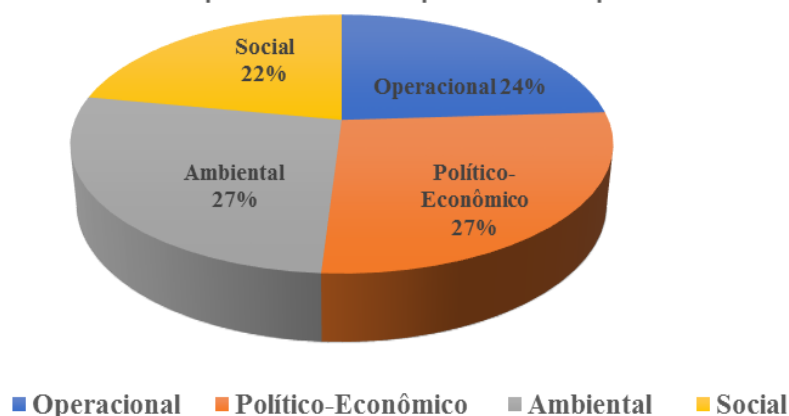


Figura 2 Pesos obtidos para cada Grupo

Como observado na figura 2, o grupo ambiental e o político-econômico obtiveram o mesmo grau de importância, tal fato mostra a necessidade de se criar meios políticos e econômicos para promover uma gestão sustentável dos Resíduos de Construção Civil.

7. Conclusão

O método AHP se mostrou eficaz para auxiliar no processo de determinar a importância relativa dos critérios selecionados para avaliar a gestão municipal de Resíduos de Construção Civil.

A partir do presente trabalho foi possível perceber que os grupos ambiental e político-econômico obtiveram 27% da importância. O que indica a preocupação em relação a existência de regras e regulamentos municipais que proporcione instrumentos legais para a gestão de Resíduos de Construção Civil, considerando em aspectos ambientais no sistema de gestão de RCC. O grupo operacional obteve 24% da importância e o social 22% da importância relativa.

Vale destacar a eficiência da Análise Multicritério em estudos complexos que envolvem questões ambientais e de gestão de resíduos, pois tal análise permite interpretar com clareza as diferentes consequências de uma ação, auxiliando assim na tomada de decisão sobre a melhor estratégia de gerenciamento destes resíduos. Por fim, sugere-se que trabalhos futuros apliquem as matrizes para um maior número de avaliadores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.



Referências

Abrelpe – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2014). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

Brasil. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília.

Conselho Nacional do meio ambiente – CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”.

Conselho Nacional do meio ambiente – CONAMA. Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. “Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos”.

Conselho Nacional do meio ambiente – CONAMA. Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011. “Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso”.

Conselho Nacional do meio ambiente – CONAMA. Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012. “Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. ”

Conselho Nacional do meio ambiente – CONAMA. Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015. “Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.”

Dorsal, E., Viguri, J. R. e Andres, A. (2013). Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste. Woodhead Publishing Limited, UK.

Gehrke, A. E. B. (2012) Indicadores de sustentabilidade como Ferramenta de Apoio a Gestão Pública de Resíduos de Construção Civil em Municípios de Pequeno Porte. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Hanan, D., Burnley, S. e Cooke, D (2013). A multi-criteria decision analysis assessment of waste paper management options. *Waste Management*, 33:566–573.

Kontos, D., Komilis, D.P. e Halvadakis, C.P. (2005). Siting MSW landfills with a spatial multi-criteria analysis methodology. *Waste Management*, 25:818–832.

López, P. I. (2010). Decision-support tool for energy-from-waste plants in development projects. In: *XXIII International Expert Group for Life Cycle Assessment for Integrated Waste Management*, Bristol, Environment Agency.

Melo, M. B. F. V., Castro, I. S. e Regis, T. K. O. (2008). Análise da Rede Logística Reversa dos Resíduos Sólidos da Construção Civil - Subsetor de Edificações em João Pessoa. In *XXVIII ENEGEP*, Rio de Janeiro, ABEPRO.

Mendoza, G. A e Martins H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modeling paradigms. *Forest Ecology and Management*, 230:1-22.



Ministério do Meio Ambiente – MMA (2010). Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos. http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/4_manual_implantao_sistema_gesto_resduos_construo_civil_cp_125.pdf. Acessado: 2016-01-04.

Ortiz, O., Pasqualino, J. C. e Castells, F (2010). Environmental Performance of Construction Waste: comparing three scenarios from a case study in Catalonia. *Journal of Waste Management*, 30: 646-654.

Parekh, H., Yadav, K. Yadav, S. Shah, N. (2015) Identification and Assigning Weight of Indicator Influencing Performance of Municipal Solid Waste Management using AHP. *Journal of Civil Engineering*, 19, 36-45

Paschoalin Filho, J. A. Duarte, E. B. L. (2015) Caracterização e Destinação dos Resíduos de Construção gerados durante a Construção de um Edifício Comercial localizado na cidade de São Paulo. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, 3: 223 – 246.

Quadros, S. G. R e Nassi, C.D. (2014). Aplicação Multicritério na Avaliação das Prioridades de Investimentos em Infraestrutura de Transportes no Brasil. In: *XVIII Congresso Panamericano de Ingeniería de Tránsito Transporte y Logística*.

Rodriguez, D. S. S. Costa, H, G. Carmo, L. F. R. R. S. (2013). Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. *Revista Gestão e Produção*. São Carlos, 36: 134-146.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. MacGraw – Hill, Nova Iorque.

Santiago, L. S. Dias, S. M. F. (2012) Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, 17: 203-212.

Segantini, A. A. S. e Wada, P. H. (2011). Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. *Acta Scientiarum Technology*, 33:179-183.

Yun, H. (2013). Key indicators for assessing the effectiveness of waste management in construction projects. *Ecological Indicators*, 24:476–484.