

USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA PARA PRIORIZAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS HORIZONTAIS

USE OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS FOR PRIORITIZATION OF ALTERNATIVES FOR MINIMIZATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN GATED COMMUNITIES

Valkiria Nisgoski

Aluna do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Ambiental da Universidade Positivo – Curitiba PR

val_mestrado@yahoo.com.br

Klaus Dieter Sautter

Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Ambiental da Universidade Positivo – Curitiba PR

ksautter@up.com.br

Julio Gomes

Julio Gomes Professor do Departamento de Hidraulica e Saneamento da UFPR – Curitiba PR

jgomes.dhs@ufpr.br

Marco Aurélio da Silva

Carvalho Filho

Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Ambiental da Universidade Positivo – Curitiba PR

RESUMO

As atividades de construção e utilização de condomínios residenciais podem ter um grande potencial poluidor, principalmente se abrigarem um grande número unidades habitacionais. Atualmente, não existe uma metodologia de identificação e priorização de alternativas de gestão minimizadoras desses impactos que sejam específicas para condomínios. Procurando-se identificar e estudar alternativas de gestão, optou-se por agrupá-las de acordo com os impactos ambientais correspondentes, desenvolvendo-se um formulário para verificação das mesmas em condomínios residenciais, horizontais e fechados. Para a tomada de decisão, desenvolveu-se um modelo que faz uso de um método de análise multicriterial, mais especificamente o Método de Análise Hierárquica (AHP). Para sua aplicação, estipularam-se critérios para atribuição de pesos que possibilitaram qualificar as alternativas de gestão. Dessa forma, pôde-se padronizar uma metodologia para avaliação qualitativa de impactos e passivos ambientais em condomínios residenciais, podendo, portanto, auxiliar na prevenção de sua ocorrência. Adotou-se, como área de estudo, a cidade de Curitiba e região metropolitana pelo grande número de condomínios horizontais. Os resultados obtidos mostraram a preferência por alternativas de gestão que priorizaram a concentração no armazenamento, na área de geração e na área de preparação de materiais a fim de se evitar a dispersão da contaminação e restringir a amplitude dos impactos ambientais sobre o solo, o ar e a água.

Palavras-chave: condomínios horizontais; impactos ambientais; análise hierárquica de processos

ABSTRACT

The construction of gated communities and activities developed in residential condominiums may have a great pollution potential, particularly if they accommodate a large number of houses. Currently, there is no methodology that can be used to identify and prioritize alternatives in order to minimize environmental impacts, which are specific to gated communities. In the pursuit of studying and thus, identifying management alternatives, corresponding environmental impacts were grouped accordingly. So, a checklist was developed for in loco verification of the management alternatives for gated communities. A model using a multi-criteria analysis method was developed for the decision-making- more specifically, the Analytic Hierarchy Process (AHP). Criteria for weight attribution were stipulated to allow ranking the management alternatives. Thus, it was standardized a methodology for qualitative assessment of environmental impacts in gated communities, helping prevent their occurrence. Curitiba and its metropolitan area were chosen as the study area due to the large number of existing gated communities. The results showed a preference for managing alternatives that prioritized the concentration in storage, generation and preparation area, as well as the building materials area, in order to avoid the dispersion of contamination and restrict the extension of environmental impacts on soil, air and water.

Keywords: gated communities; environmental impacts; analytic hierarchy process

INTRODUÇÃO

Os condomínios residenciais são caracterizados, segundo Dacanal (2004), por planos urbanísticos de uso residencial, fechados por excelência, resultantes da divisão de uma gleba em: unidades residenciais, áreas de circulação, áreas verdes e de lazer exclusivas à comunidade que nele habita. As áreas comuns internas são privadas e mantidas pelos moradores mediante o pagamento mensal de uma taxa condominial. Cada unidade residencial é uma fração ideal do terreno, ou seja, há uma divisão das áreas internas comuns proporcionalmente à área de cada unidade residencial. Condomínios residenciais são um processo urbano relativamente novo, que ganhou significância particularmente na última década (VESSELINOV, 2008). Low (2003) reforça que os condomínios residenciais são considerados como sendo áreas residenciais fechadas por muros, cercas ou algo que providencie uma barreira à entrada. O acesso é restrito não somente aos residentes, mas às ruas, calçadas e outros lugares do próprio condomínio (LOW, 2003). Dois aspectos precisam ser enfatizados: (1) a barreira física a entrada e (2) o acesso restrito a suas ruas. O acesso restrito a suas ruas e outras facilidades públicas, não típico de residências isoladas, e/ou outras formas de exclusão, como a segregação, exacerbam a privatização do espaço (VESSELINOV, 2008).

Desenvolvimentos residenciais privados, na forma de condomínios residenciais, estão surgindo mundo afora, tanto em áreas urbanas, quanto suburbanas, adotando diferentes modelos urbanos, tipologias e locações específicas (CRUZ; PINHO, 2009).

Podem existir diferentes motivações que levam as pessoas a morarem em condomínios residenciais fechados. Questões de segurança e a provisão de lares seguros para si mesmo e sua família são a motivação primária, que leva os residentes a escolherem condomínios residenciais fechados. Esta segurança se manifesta de vários modos, desde a presença física de muros, portões e guardas de segurança, até a segurança do estilo de vida utópico e idílico e a segurança privada, em contrapartida a um Estado tido como desinteressado no bem-estar dos residentes (LEMANSKI; OLDFIELD, 2009; SANCHEZ; LANG; DHAVALA, 2005; VESSELINOV, 2008). Entre outras motivações, aponta-se viver em um lugar com status, privacidade e potencial investimento (ATKINSON; BLANDY, 2005; CRUZ; PINHO, 2009). Porém, Pow (2009) cita que os portões e muros dos condomínios fechados sinalizam mais o prestígio e exclusividade do que a segurança aos seus moradores. Segundo Alvarez-Rivadulla (2007), mudar-se para um condomínio fechado parecer ser, primariamente, uma escolha do estilo de vida, melhorando a qualidade de vida da pessoa e da família, expressando os residentes a sua seleção de um local exclusivo e seguro para viver com certo estilo de vida e status (CRUZ; PINHO, 2009).

Apesar das motivações e benefícios que levam os residentes a escolher morar em condomínios residenciais, muito pouco se sabe dos impactos ambientais causados pela implantação desses projetos. Segundo Landman (2007), há um consumo exagerado de recursos naturais (área e água) em condomínios fechados. Kuppinger (2004) coloca que, utilizando-se do exemplo da criação de condomínios fechados em Cairo, no Egito, os desenvolvedores de condomínios não levam em conta as questões ambientais na construção desses, como, por exemplo, a água.

Os impactos ambientais em condomínios residenciais a serem prevenidos podem ser observados em três situações: a primeira, na construção da infraestrutura do empreendimento; a segunda, na edificação das residências; e a terceira, no decurso da sua utilização.

O objetivo deste estudo foi o de criar uma metodologia, com base na Análise Hierárquica de Processos (AHP), para tomada de decisão na escolha de alternativas de gestão, visando à minimização de impactos ambientais nas etapas de implantação, construção e utilização de condomínios residenciais horizontais fechados, tendo, por área de estudo, a cidade de Curitiba e sua região metropolitana.

METODOLOGIA

Área de estudo

Definiu-se a área de estudo, concentrada em condomínios residenciais horizontais fechados, de alto e médio padrão, tomando-se por base de dados a cidade de Curitiba e sua região metropolitana. Foram selecionados para a pesquisa três condomínios residenciais, horizontais, fechados, de alto e médio padrão descritos resumidamente a seguir:

- a) Condomínio 1: possui uma área de 70.000 m², dos quais 35.000 m² foram destinados para as áreas construídas. O percentual de área verde por residência é de 51 m², perfazendo os 20% exigidos por lei para compor a reserva legal do empreendimento. O terreno possui dois grandes capões de vegetação nativa com vários espécimes de pinheiro *Araucaria angustifolia*. Esse condomínio está localizado na região metropolitana de Curitiba e foi escolhido por apresentar uma infraestrutura quase pronta e com algumas benfeitorias em fase de conclusão;
- b) Condomínio 2: possui 41 lotes com área média de 296m². A incorporadora não forneceu os dados de área total. O empreendimento não possuía uma área verde durante a etapa de implantação, sendo que os 20% exigidos por lei para compor a reserva legal do empreendimento foram remanejados em outro terreno da incorporadora, por meio da prática de permuta de reserva. Esse condomínio está localizado no bairro Xaxim e foi escolhido por apresentar uma infraestrutura quase pronta e com algumas benfeitorias em fase de conclusão;
- c) Condomínio 3: possui área de 34.000 m², dos quais 17.400 m² serão destinados a áreas construídas. A área verde de preservação permanente será de 11.000 m² e 5.600 m² serão destinadas às áreas de lazer e recreação. A área de 11.000 m² corresponde a 32,35% de área de preservação, excedendo os 20% exigidos por lei para compor a reserva legal do empreendimento e complementam a permuta de reserva de outro empreendimento da incorporadora. O terreno possui áreas de vegetação nativa, com vários espécimes de árvores com características centenárias. Está localizado no bairro São Braz e foi escolhido por apresentar uma infraestrutura de condomínio pronta, algumas residências prontas e em uso e outras residências em fase de conclusão.

Análise hierárquica de processos

Diferentes métodos de análise multicriterial foram desenvolvidos nos anos de 1960, com a intenção de minimizar os impactos ambientais da sociedade humana (ZAVADSKAS et al., 2009). Esses métodos de análise multicriterial podem ser considerados ferramentas muito importantes para a solução de muitos tipos de problemas (HWANG; YOON, 1981; FIGUEIRA et al., 2005; GINEVICIUS et al., 2008a, b; LIAUDANSKIENE et al., 2009; ZAVADSKAS et al., 2008). Entre os métodos desenvolvidos está a AHP (Análise Hierárquica de Processos) (SAATY, 1991). O método AHP pode ser considerado um instrumento poderoso, considerando-se problemas complexos que envolvam

objetivos inter-relacionados (CHUANG, 2001). Os pesos dos critérios específicos são estabelecidos por um ranking de importância e adequação. O método AHP é composto por três diferentes etapas (SAATY; VARGAS, 2001), descritas a seguir.

A primeira etapa é a decomposição do problema de tomada de decisão em uma estrutura hierárquica. Uma hierarquia estrutural formada pelo problema de decisão consiste em diferentes níveis, critérios e subcritérios.

A segunda etapa é a criação de tabelas de decisão para cada nível da decomposição hierárquica. As matrizes capturam uma série de comparações entre pares,

utilizando dados relativos. A comparação pode ser feita usando-se uma escala de nove pontos ou dados reais, se estiverem disponíveis. (SAATY; VARGAS, 2001).

A escala de nove pontos inclui: [9, 8, 7, ..., 1/7, 1/8, 1/9], sendo que 9 significa extrema preferência, 7 significa preferência muito forte, 5 significa forte preferência, e assim por diante até 1 que significa sem preferência (Tabela 1). Essa comparação em pares permite uma avaliação independente da contribuição de cada fator, simplificando assim o processo de decisão (REZAEI-MOGHADDAM; KARAMI, 2008). As comparações em pares de vários critérios são organizadas em uma matriz quadrada. Os elementos da diagonal da matriz são iguais a 1. O autovalor

Modelo proposto

Atualmente não existe uma metodologia de identificação de impactos ambientais e de priorização de alternativas de gestão para minimização dos mesmos, aplicável aos modelos habitacionais estudados neste trabalho. São encontrados manuais de condomínios residenciais que apresentam sugestões para a economia de recursos, para a coleta seletiva e dão dicas de conservação. Entretanto,

principal e o autovetor normalizado, correspondentes diretos da matriz de comparação, dão a importância relativa dos critérios que estão sendo comparados. Os elementos do autovetor normalizado são pesados no que diz respeito aos critérios ou subcritérios e avaliados no que diz respeito às alternativas (BHUSHAN; RAI, 2004).

Na terceira etapa, a classificação de cada alternativa é multiplicada pelos pesos dos subcritérios e agregados para determinar as classificações locais com respeito a cada critério. As classificações locais são então multiplicadas pelos pesos dos critérios e agregadas para determinar avaliações globais (BHUSHAN; RAI, 2004).

nenhum deles é abrangente ou trata detalhadamente da questão dos impactos causados.

Nesta pesquisa foram consideradas as consequências decorrentes das atividades, rotinas e serviços desenvolvidos na implantação da infraestrutura, construção e uso de uma modalidade residencial, que possam caracterizar algum tipo de impacto ambiental, seja ele de conotação física, química ou biológica.

Tabela 1. Escala de Julgamento

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância.	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra.	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial.	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada.	Uma atividade é muito fortemente favorecida. Sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta.	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes.	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe um dos valores acima, quando comparado com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala.	Se a consistência tiver de ser forçada para obter n valores numéricos para completar a matriz

FONTE: SAATY (1991)

A metodologia consistiu, de forma simplificada, em:

- a) Verificar e identificar diretamente em amostras de condomínios, a possibilidade de ocorrência de impactos ambientais;
- b) Verificar e identificar em amostras de condomínios quais alternativas de gestão serão utilizadas para a minimização dos impactos;
- c) Montar as estruturas de tomada de decisão, de acordo com os impactos e as alternativas de gestão identificadas;
- d) Submeter as matrizes à avaliação do profissional da construção civil, para a avaliação das alternativas de minimização de impactos através dos critérios definidos para a atribuição de pesos;
- e) Calcular os autovetores das matrizes;
- f) Calcular a média ponderada dos autovetores das alternativas de gestão submetidas aos critérios;
- g) Analisar os dados;
- h) Apresentar e discutir os resultados.

A verificação e a identificação de impactos ambientais e de alternativas de gestão foram realizadas através de visitas aos condomínios, onde foram verificadas: as características da obra; a possibilidade de impactos e alternativas de gestão utilizadas. O procedimento adotado foi: agendar visita com responsável técnico ou síndico no condomínio residencial; conversar com o responsável técnico ou síndico no condomínio residencial e preencher um formulário; coletar dados sobre impactos ambientais (observações, dados técnicos, fotos); coletar dados sobre alternativas de gestão para minimização de impactos ambientais (observações, dados técnicos, fotos).

Após a coleta dos dados, foram montadas as estruturas de tomada de decisão, na forma de matrizes, comparando-se as alternativas de gestão entre si para nove grupos de impactos definidos, apresentados na Tabela 2. Esses nove grupos foram separados em três classes de impactos: impactos causados na etapa de implantação (responsabilidade do incorporador); impactos causados na etapa de construção (responsabilidade do incorporador/construtor); e

impactos causados na etapa de utilização (responsabilidade do morador).

Posteriormente à definição e classificação dos grupos de impactos, foi realizada a análise em pares das alternativas de gestão, de acordo com os correspondentes impactos. Foram estipulados critérios e pesos para o julgamento de qualificação destas alternativas com o objetivo de avaliar e ordenar o potencial de minimização de geração de impactos ambientais nos condomínios residenciais horizontais fechados.

Esses pesos adotaram a configuração da Escala Fundamental de Saaty (Tabela 1). O julgamento foi realizado por profissional da área de construção civil, com experiência na área de construção do tipo de empreendimento objeto de estudo. Com base nesta atribuição de pesos, foi possível calcular os autovetores das 36 matrizes geradas, o autovetor da matriz de critérios gerada e as médias ponderadas das alternativas de gestão utilizadas, para cada um dos nove grupos de impactos ambientais definidos e apresentados na Tabela 2.

Critérios de julgamento

Os critérios de julgamento foram definidos de modo a determinar qual alternativa de gestão é a mais adequada para minimizar os respectivos impactos ambientais para o condomínio. Após a submissão ao julgamento individual de cada critério por um profissional da área da construção civil, os resultados foram relacionados no Modelo de Análise Hierárquica para conclusão final.

Tabela 2 Definição dos Grupos de Impactos

Grupo de Impacto	Classe de Impacto	Descrição do Grupo
1	Implantação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Alteração na paisagem natural; ○ Impacto (visual) estético; ○ Eliminação da cobertura vegetal; ○ Abertura de valas e exposição do solo.
2	Implantação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Alteração de estrutura/camadas do solo (por acomodação topográfica e abertura de valetas); ○ Aumento da densidade/compactação do solo (ocorre em obras de maior porte).
3	Implantação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perturbação na drenagem natural; ○ Mudanças na frequência e/ou volume do escoamento superficial; ○ Contaminação da água; ○ Redução da infiltração; ○ Elevação ou rebaixamento freático (não há elevação de nível de rio; o rebaixamento pode ocorrer pela construção de dreno, no caso de obras subterrâneas).
4	Implantação	<ul style="list-style-type: none"> ○ Produção de resíduos sólidos (vidro, metais, plástico, madeira, cimento, brita, asfalto e lixo); ○ Pilhas de resíduos e rejeitos.
5	Construção	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contaminação do solo, água e ar por geração de resíduos sólidos (cimento, cal, areia, brita, gesso, madeira, metal, cerâmica, vidro, plástico, lixas, estopa, tinta e lixo).
6	Construção	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contaminação do solo, água e ar por geração de resíduos líquidos.
7	Construção	<ul style="list-style-type: none"> ○ Risco de proliferação de doenças transmitidas por vetores.
8	Utilização	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contaminação do solo/água por geração de resíduos sólidos.
9	Utilização	<ul style="list-style-type: none"> ○ Contaminação do solo/água por geração de resíduos líquidos.

Os critérios de julgamento escolhidos foram: custo, atendimento a legislação, eficiência técnica e manutenção da alternativa levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- Critério custo: considera o custo de realização da alternativa de gestão para minimização do impacto. Comparando-se uma alternativa de gestão em relação a outra, atribui-se um peso maior para a alternativa de menor custo;
- Critério atendimento à legislação: considera o grau de atendimento à legislação pela realização da alternativa. Comparando-se uma alternativa de gestão em relação a outra, é atribuído um peso maior àquela que for preferencial e atender a legislação;

- **Critério eficiência técnica:** considera o grau de eficiência técnica pela realização da alternativa. Comparando-se uma alternativa de gestão em relação a outra, é atribuído peso um maior àquela que apresentar maior eficiência técnica na minimização do impacto;
- **Critério manutenção da alternativa:** considera a perenidade da alternativa e a duração, possibilidade, dificuldade e custo da manutenção ao longo do tempo. Comparando-se uma alternativa de gestão em relação a outra, é atribuído um peso maior àquela que apresentar maior vantagem. Esse critério é diferenciado do critério custo, por considerar em sua análise outros aspectos além do custo, como rapidez da disponibilização, localização e características de assistência técnica.

Aplicação do método – utilização do método de análise hierárquica

Optou-se pelo Método de Análise Hierárquica para a avaliação qualitativa das alternativas de gestão para a minimização dos impactos ambientais em condomínios residenciais, horizontais e fechados devido à possibilidade de estruturação de um problema

Atribuição de pesos

Os pesos foram atribuídos conforme a percepção do profissional da área da construção civil, de acordo com a comparação em pares entre as alternativas. A referência utilizada foi a Escala Fundamental de Saaty, conforme Tabela 1.

Os pesos atribuídos pela comparação em pares entre as alternativas estão dispostos em uma matriz, na qual o número de linhas é igual ao número de colunas e são iguais ao número de alternativas que estão sendo comparadas em pares. O peso ij é resultante da comparação entre a alternativa correspondente à linha i com a alternativa correspondente à coluna j da matriz de pesos.

Quando uma alternativa i é preponderante sobre uma alternativa j , o peso ij assumirá um valor superior a 1, obedecendo a Escala Fundamental de Saaty (Tabela 1), ressaltando a importância da alternativa i sobre a alternativa j . Como consequência, o peso ji assumirá o recíproco do peso ij , ou seja, será o inverso do peso ij . Por outro lado, quando uma alternativa j é preponderante sobre uma alternativa i , o peso ji assumirá um valor superior a 1, obedecendo a Escala Fundamental de Saaty (Tabela 1), ressaltando-se a importância da alternativa j sobre a alternativa i . Como consequência, o peso ij assumirá o recíproco do peso ji , ou seja, será o inverso do peso ji .

No método AHP, a matriz de pesos atribuídos resulta em uma matriz quadrada recíproca, onde os elementos ji serão sempre o inverso dos elementos ij e cujos

complexo, atribuindo-se critérios de julgamento às diversas alternativas e a comparação em pares entre as mesmas. Esse foi o método escolhido para a tomada de decisão entre outros estudados que são específicos para a área ambiental.

elementos da diagonal principal resultam sempre iguais a 1, pois representam a comparação de uma alternativa com ela mesma.

Após a aplicação do Método de Análise Hierárquica em estruturas de tomada de decisão relativas aos grupos de impacto e suas respectivas alternativas de gestão, pode-se calcular os respectivos autovetores (coeficientes) para cada alternativa de gestão. Com esses valores, serão calculadas as médias ponderadas de cada alternativa de gestão isoladamente, quando submetidas ao julgamento dos quatro critérios (custo, atendimento à legislação, eficiência técnica e manutenção da alternativa). Com esse procedimento, determina-se qual a melhor alternativa para a minimização dos impactos para os grupos de impactos considerados, agrupados em classe de impactos (etapa de implantação, etapa de construção e etapa de utilização).

O método precisou ser explicado ao avaliador, engenheiro civil, responsável pela análise e atribuição de pesos. Também foi preciso orientar a sua interpretação na hora de julgar as alternativas em pares. A maior dificuldade foi percebida quando o profissional precisou comparar duas alternativas que, segundo a sua ótica, não tinham relação entre si, como, por exemplo, “playground com areia” e “utilização de água de poços”. A atribuição de pesos era mais simples e rápida quando as alternativas eram similares entre si, como, por exemplo, entre “playground com areia” e

“playground com grama”. Após a compreensão da estrutura do método pelo avaliador, a análise prosseguiu sem maiores dificuldades.

Após a definição dos critérios, dos grupos de impactos e das respectivas alternativas de gestão para minimização dos impactos, foram montadas estruturas hierárquicas de tomada de decisão. Também foi estruturada a relação entre os critérios para a comparação das alternativas em pares. As estruturas

hierárquicas de tomadas de decisão, quando estruturadas em forma de matrizes, deram origem a matrizes que ao serem avaliadas sob os quatro critérios (custo, eficiência técnica, atendimento à legislação e manutenção da alternativa), deram origem a matrizes de comparação em pares. Somada a matriz gerada pela comparação em pares de critérios, formaram-se matrizes para a análise e atribuição de pesos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o tratamento dos dados, os resultados obtidos foram separados por grupos de impactos relacionados às respectivas alternativas de gestão para minimização de impactos, e estão descritos a seguir.

A Figura 1 mostra os resultados para o Grupo 1 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Implantação (alteração da paisagem natural, impacto visual estético, eliminação da cobertura vegetal e abertura de valas e exposição do solo).

Verifica-se, a partir da Figura 1, que a alternativa “*rapidez na execução da obra*”, foi apontada pelo método com 29,50% de preferência na minimização do impacto ambiental, e confirmou a percepção do profissional pelos critérios custo e eficiência técnica como fatores relevantes para boa condução da obra e consequente minimização dos impactos relacionados. As alternativas “*reserva legal*” e “*permuta de reserva*” apresentaram os percentuais de 25,95% e 25,15% de preferência, respectivamente, muito próximos entre si. A percepção do avaliador é de que a alternativa “*permuta de reserva*” seria preferível à alternativa “*reserva legal*”, pois sob a ótica dos critérios eficiência técnica, custo e manutenção da alternativa, ela

disponibiliza uma área de terreno maior para edificação e atende satisfatoriamente ao critério atendimento à legislação, sendo, portanto, mais vantajosa. No entanto, como resultado da aplicação do método, as duas alternativas adquiriram importância similar para a minimização do impacto. A alternativa “*replanteio/espécies nativas*”, apontada pelo método com um percentual de 13,69%, apresentou uma vantagem na preferência em relação à alternativa “*urbanização/paisagismo*” porque, para a minimização de impactos, dá maior ênfase à condição original da vegetação do terreno. Caracteriza-se pela reconstituição e replanteio de espécies arbóreas, mais valorizadas visualmente do que o replanteio de espécies gramíneas. A alternativa “*urbanização/paisagismo*” apresentou um percentual de 5,71% por sua realização ser uma prática comum e indispensável nesse tipo de empreendimento, ou seja, para o profissional avaliador, todas as obras devem executar a alternativa “*urbanização/paisagismo*”.

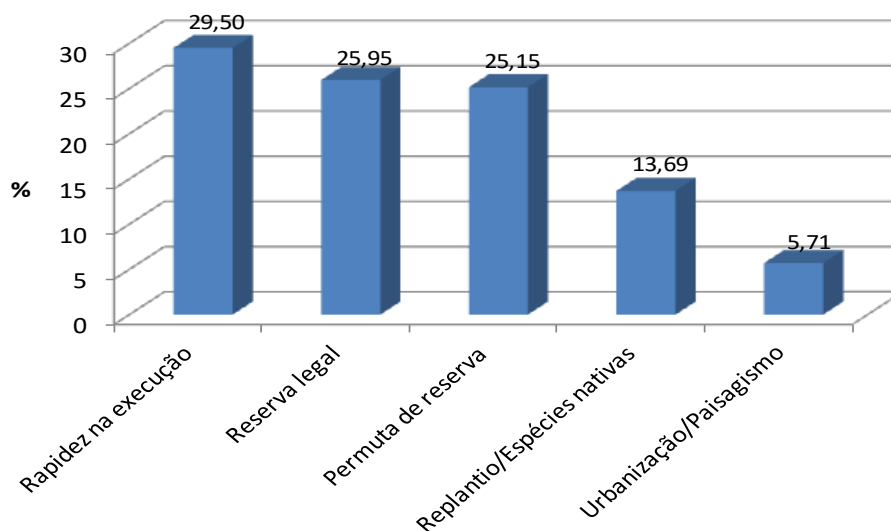


Figura 1 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 1

A Figura 2 mostra os resultados para o Grupo 2 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Implementação (alteração da estrutura/camadas do solo - acomodação topográfica e abertura de valetas).

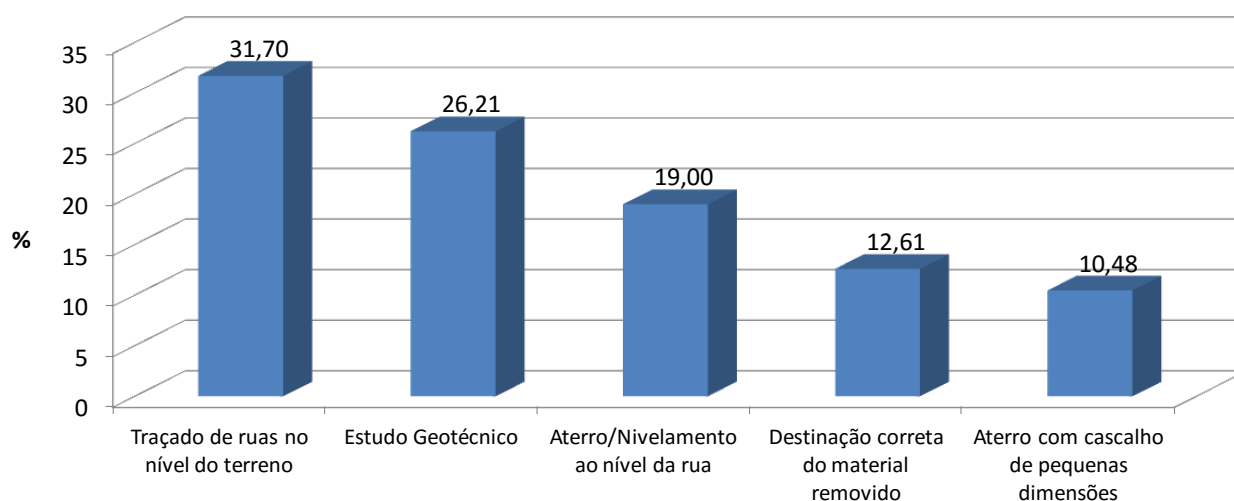


Figura 2 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 2

Segundo os resultados apresentados pela Figura 2, a alternativa “traçado de ruas no nível do terreno” apresentou um percentual de 31,70% de preferência, pois minimiza a intervenção no terreno e, com isso, minimiza o impacto. A percepção do profissional foi de que se as ruas acompanham a topografia do terreno, a intervenção nos terrenos marginais também é proporcionalmente menor. Desta forma, os critérios custo e eficiência técnica tornam-se a alternativa preferencial. A alternativa “estudo geotécnico” veio em

seguida com 26,21%, confirmando a percepção da importância atribuída ao estudo geotécnico para melhor adequação do uso do terreno e minimização do investimento em adequações para correção topográfica, refletindo-se positivamente os critérios custo, eficiência técnica e atendimento à legislação. A alternativa “aterro/nivelamento ao nível da rua” apresentou 19,00% e as alternativas “destinação correta de material removido” e “aterro com cascalhos de pequenas dimensões” apresentaram 12,61% e

10,48%, respectivamente. Para o avaliador, essas alternativas possuem caráter complementar, ou seja, uma alternativa de destinação para o material removido pode ser a realização de aterro com cascalho de pequenas dimensões (sem a presença de vigas e grandes blocos de materiais que dificultem a compactação do mesmo no solo) na mesma obra ou em outra obra e o aterro com cascalho de pequenas

dimensões pode ser, não a cor*reta, mas uma alternativa para destinação de material removido. A Figura 3 mostra o Grupo 3 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Implementação (perturbação da drenagem natural, mudanças na frequência e/ou volume do escoamento superficial, contaminação da água e redução da infiltração).

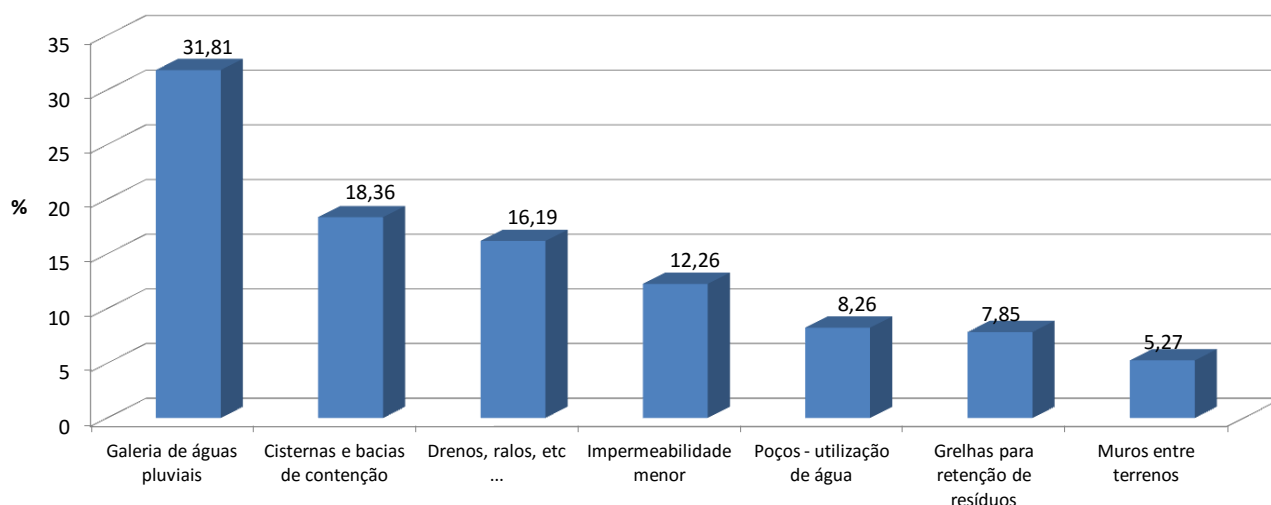


Figura 3 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 3

A alternativa “*galeria de águas pluviais*” apresentou um percentual de 31,81% de preferência, confirmando a percepção do profissional de que trata-se da melhor alternativa para a minimização desses impactos. As alternativas “*bacias de contenção/retenção*” e “*drenos, ralos, bueiros, bocas de lobo, caixas coletoras*” apresentaram percentuais de 18,36% e 16,19%, respectivamente, e revelaram a característica de serem as duas principais alternativas para minimizar os impactos causados pelo aumento de escoamento superficial. A alternativa “*impermeabilização menor que a definida pela Lei de Zoneamento*” apareceu com um percentual de 12,26%, seguida por “*poços – utilização de água para irrigação e limpeza*” com 8,26%. Esta última alternativa, cuja percepção a

princípio parecia ser favorável pelo aproveitamento de fonte de recurso água disponível dentro do próprio condomínio, não se mostrou prioritária na aplicação do método. Isso deveu-se ao fato da alternativa implicar em custo e responsabilidade em garantir a qualidade no uso desta água, refletindo-se na avaliação sob os critérios custo, atendimento à legislação e manutenção da alternativa. As alternativas “*grelhas para retenção de resíduos*” e “*muros divisores entre terrenos*” apresentaram 7,85% e 5,27%, respectivamente. A Figura 4 mostra o Grupo 4 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Implementação (produção de resíduos sólidos, pilhas de resíduos e rejeitos).

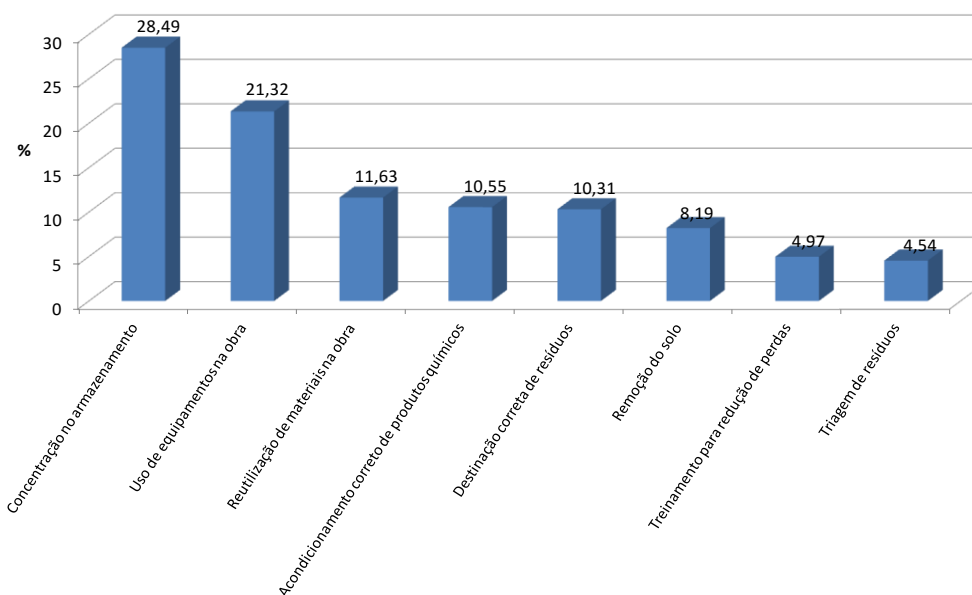


Figura 4 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 4

A partir da Figura 4, verifica-se que a alternativa “concentração no armazenamento” apresentou 28,49% de preferência, tendo como característica a diminuição na dispersão dos materiais utilizados em toda a obra, minimizando o impacto. Tal resultado foi de certa forma surpreendente, pois, diante da grande variedade de alternativas relacionadas a resíduos, a percepção do profissional era de que estas alternativas apresentariam maior preferência. A alternativa “uso de equipamentos e máquinas na obra” apresentou 21,32% de preferência, considerando a automação e agilidade de algumas atividades para minimização de impactos sob o critério eficiência técnica. As alternativas “reutilização de materiais na obra”, “acondicionamento correto de produtos químicos” e “destinação correta de resíduos sólidos” apresentaram percentuais 11,63%, 10,55% e 10,31%, respectivamente, valores próximos entre si. A

alternativa “remoção de solo superficial e substituição por nova camada” seguiu-se com 8,19%, confirmando a expectativa de que não é uma alternativa preferencial sob o critério custo. Finalmente, as alternativas “treinamento para redução de perdas/desperdícios” e “triagem de resíduos” apresentaram percentuais 4,97% e 4,54%, respectivamente, e confirmaram a percepção do avaliador que afirmou ser cético quanto à efetividade destas duas alternativas, devido à baixa qualificação da mão de obra utilizada e grande rotatividade de pessoal, o que, sob os critérios custo, eficiência técnica e manutenção da alternativa confirmam a baixa atribuição de peso.

A Figura 5 mostra o Grupo 5 – Alternativas para minimização de impactos na etapa e Construção (contaminação de solo, água e ar por geração de resíduos sólidos).

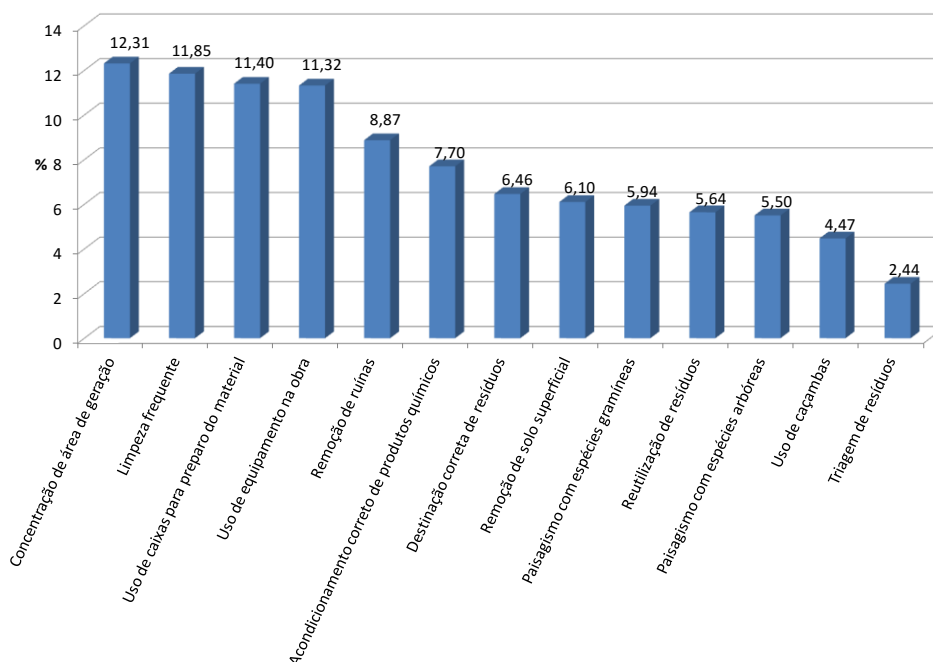


Figura 5 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 5

Segundo os resultados apresentados na Figura 5, a alternativa “concentração de área de geração (preparação de materiais)” apresentou 12,31% de preferência, pois evita a dispersão dos materiais utilizados em toda a obra, minimizando-se o impacto. Esse resultado também confirmou a percepção e atribuição de pesos de alternativa similar no grupo de impactos anterior, Grupo 4. Esta alternativa foi observada em todos os três condomínios pesquisados e em dois caracterizou-se a dispersão. As alternativas “limpeza frequente”, “uso de caixas de preparação” e “uso de equipamentos e máquinas na obra” apareceram com 11,85%, 11,40% e 11,32% de preferência, respectivamente, resultados próximos entre si e que enfatizam a não ocorrência de dispersão de materiais e resíduos. Foram percebidas variações nos padrões de condução das obras nos condomínios, com maior ou menor grau de organização, o que influencia diretamente na dispersão de resíduos pelo empreendimento. A alternativa “remoção de restos de construções” apresentou 8,87% de preferência. As alternativas “acondicionamento correto de produtos químicos”, “destinação correta de resíduos sólidos” e “remoção de solo superficial e substituição por nova

camada” seguiram-se com 7,70%, 6,46% e 6,10%, respectivamente, e foram consideradas alternativas mais favoráveis sob os critérios atendimento à legislação e eficiência técnica, porém com menor apelo de uso sob os critérios custo e manutenção da alternativa. As alternativas “paisagismo com espécies gramíneas”, “reutilização de resíduos” e “paisagismo com espécies arbóreas” apresentaram os percentuais de 5,94%, 5,64% e 5,50%, respectivamente. Portanto, com preferência similar na minimização de impactos e com características de baixa utilização com a finalidade específica de minimização dos impactos desse grupo. As alternativas menos preferenciais foram “uso de caçambas” e “triagem de resíduos” com 4,47% e 2,44%, respectivamente, confirmando a percepção do avaliador de que, sob os critérios custo e eficiência técnica, elas não são preferenciais. A verificação direta nos condomínios registrou a alternativa “uso de caçambas” em apenas um dos condomínios pesquisados.

A Figura 6 mostra os resultados obtidos do Grupo 6 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Construção (contaminação do solo, água e ar por geração de resíduos líquidos).

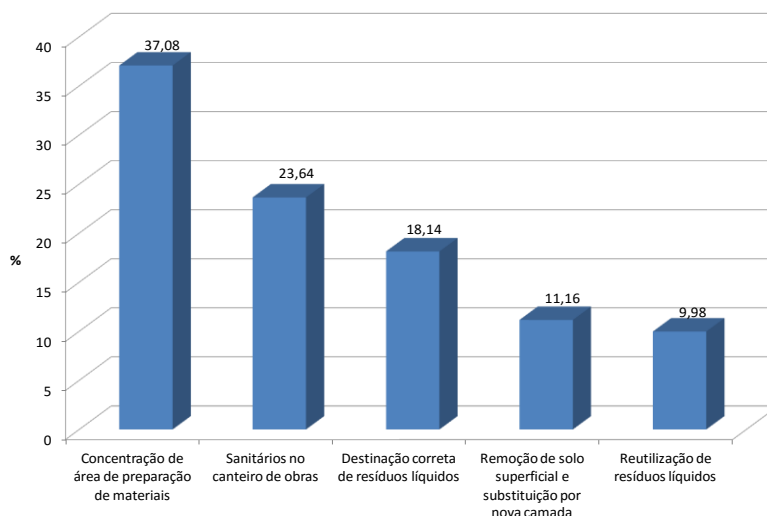


Figura 6 Priorização de alternativas para de minimização de impactos ambientais do Grupo 6

A Figura 6 mostra que a alternativa “concentração de área de preparação de materiais” apresentou 37,08% de preferência, pois contribui para a não dispersão de resíduos líquidos, conseqüentemente, minimizando o impacto. Esse resultado confirmou a característica desta alternativa também em outros grupos de impactos tratados pelo método. As alternativas “sanitários no canteiro de obras” e “destinação correta de resíduos líquidos” apareceram com os percentuais de 23,64% e 18,14%, respectivamente. As alternativas

“remoção de solo superficial e substituição por nova camada” e “reutilização de resíduos líquidos” apresentaram os percentuais de 11,16% e 9,98%, respectivamente, demonstrando que ainda não são alternativas priorizadas para gestão.

A Figura 7 mostra os resultados obtidos do Grupo 7 - Alternativas para minimização de impactos na etapa de Construção (risco de proliferação de doenças transmitidas através de vetores).

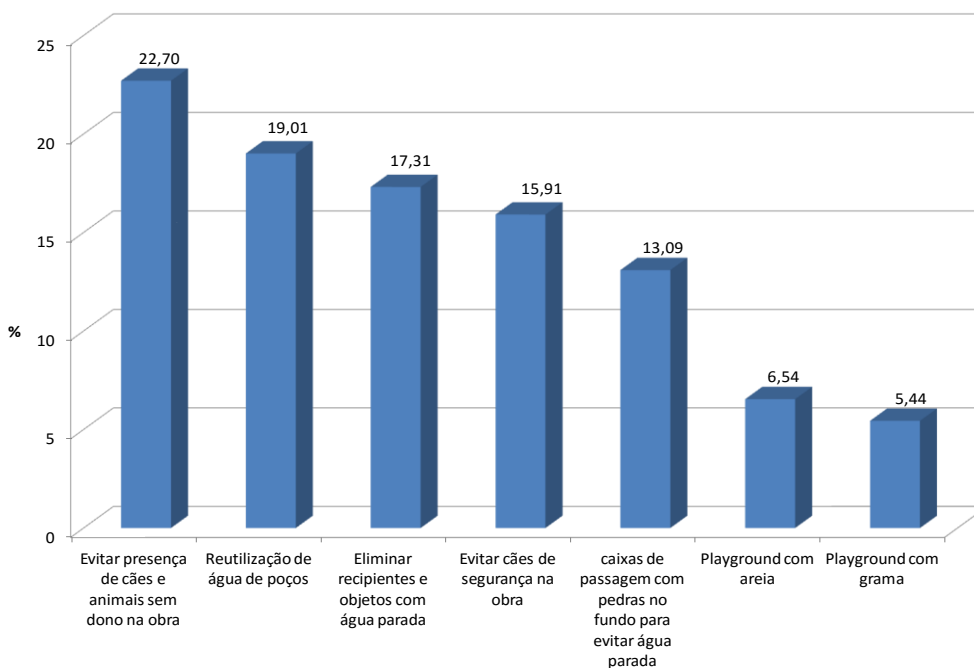


Figura 7 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 7

Os resultados apresentados na Figura 7 mostram que a alternativa “evitar presença de cães sem dono e outros animais domésticos na obra” apresentou um percentual de 22,7% de preferência. A verificação direta nos condomínios pesquisados constatou em dois deles a presença de vários cachorros sem dono. As alternativas “reutilização de água de poços” e “eliminar recipientes e objetos com água parada” apareceram com os percentuais de 19,01% e 17,31%, destacando-se a necessidade de garantir a qualidade para a reutilização da água, que se reflete nos critérios custo e atendimento à legislação e a percepção da maior facilidade em se eliminar o acúmulo de água parada em recipientes na obra. Desta forma, a reutilização de água de poços ainda não é considerada uma alternativa vantajosa. As alternativas “evitar cães de segurança na obra” e “caixas de passagem com pedras no fundo para evitar água parada” apresentaram os percentuais de 15,91% e 13,09%, respectivamente, percebidas pelo

avaliador sob o critério custo, como economia na primeira alternativa e sem custo para a segunda alternativa, e com as duas alternativas atendendo aos critérios atendimento à legislação e manutenção da alternativa. As alternativas “playground com areia” e “playground com grama” seguiram-se com os percentuais de 6,54% e 5,44%, respectivamente, caracterizando a maior utilização da primeira alternativa sob os critérios custo e manutenção da alternativa, mesmo com a segunda alternativa sendo considerada mais adequada sob o critério eficiência técnica para minimização do risco de transmitir doenças através de vetores.

A Figura 8 mostra os resultados do Grupo 8 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Utilização (contaminação do solo, água e ar por geração de resíduos sólidos).

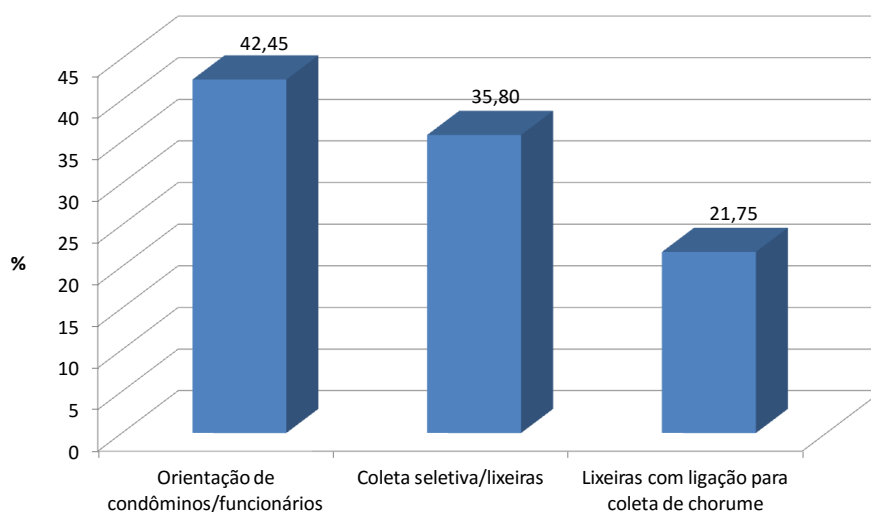


Figura 8 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 8

Na Figura 8, nota-se que as alternativas “orientação dos condôminos/funcionários” e “coleta seletiva/lixeiros” apresentaram percentuais de 42,45% e 35,80% de preferência, respectivamente, destacando-se que a primeira alternativa influencia diretamente a eficiência da segunda alternativa. O método evidenciou a importância da conscientização ambiental para a minimização de impactos associada à

alternativa de gestão. A alternativa “lixeiros com ligação para coleta de chorume” apresentou um percentual de 21,75% de preferência.

A Figura 9 mostra os resultados obtidos para o Grupo 9 – Alternativas para minimização de impactos na etapa de Utilização (contaminação do solo, água e ar por geração de resíduos líquidos).

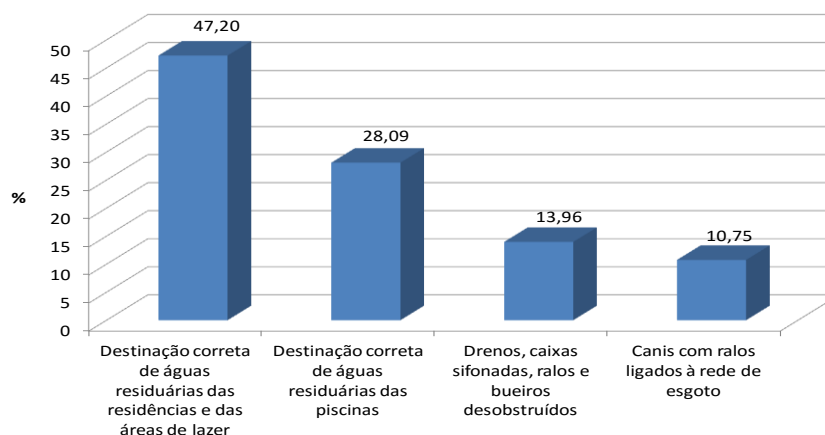


Figura 9 Priorização de alternativas para minimização de impactos ambientais do Grupo 9

A partir da Figura 9, tem-se que a alternativa “destinação correta das águas residuárias das residências e áreas de lazer edificadas (salão de festas)” apresentou um percentual de 47,2% de preferência, bastante representativo para a percepção de minimização do impacto associado. A alternativa “destinação correta das águas residuárias das piscinas” obteve 28,09% de preferência. As alternativas “drenos, ralos e bueiros desobstruídos” e “canis com ralos ligados à rede de esgotos” apresentaram 13,96% e 10,75%, respectivamente, sendo, portanto, significativamente menos preferenciais em comparação às duas primeiras alternativas.

CONCLUSÕES

A partir da análise global dos resultados, foi possível formular conclusões a respeito da tomada de decisão sobre as alternativas de gestão para minimização de impactos ambientais através do Método de Análise Hierárquica (AHP).

Na etapa de Implantação, a rapidez na execução das obras, a adequação das obras ao perfil do terreno e a realização de estudo geotécnico mostraram-se alternativas preferenciais para minimizar o impacto do empreendimento, motivadas principalmente pelos critérios custo e eficiência técnica, ou seja, alterar o mínimo possível o terreno reverte favoravelmente na redução de impactos ambientais.

Na etapa de Construção, os grupos de impactos relacionados aos impactos sobre o solo, água e ar, decorrentes das efetivas obras de construção e geração de resíduos, refletem, unanimemente, a preferência por alternativas de gestão que priorizam a concentração no armazenamento, área de geração e área de preparação de materiais, para evitar a dispersão da contaminação e, assim, conseguir restringir a amplitude desses impactos ambientais e também diminuir desperdícios. Alternativas como reuso e triagem de resíduos, apesar de incentivadas, apresentam baixa efetividade, devido à baixa qualificação e à alta rotatividade que caracterizam a mão de obra nesse setor, não incentivando investimentos em treinamento, por exemplo.

Na etapa de Utilização, alternativas para evitar situações de risco em relação à possibilidade de contaminação de doenças transmitidas por vetores são as alternativas preferenciais e a conscientização e treinamento foram confirmadas pelos resultados como uma parceria eficaz para implantação de um programa ambiental efetivo de coleta seletiva.

Observou-se, nos resultados dos grupos de impactos relacionados à água, que a destinação correta de águas residuárias é a alternativa de gestão preferencial em todas as etapas e que alternativas como reuso ainda não são práticas comuns ou incentivadas como alternativa de gestão.

Destaca-se que as características específicas de um condomínio influenciariam o resultado em função da formulação das estruturas hierárquicas de tomada de decisão. Condomínios mais simples possuiriam menos alternativas de gestão para serem avaliadas. Condomínios que possuam mais benfeitorias e maior utilização de recursos permitem observar variações na formulação das estruturas de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-RIVADULLA, M. J. Golden ghettos: gated communities and class residential segregation in Montevideo, Uruguay. **Environment and Planning A**, v.39, p.47-64, 2007.
- ATKINSON, R.; BLANDY, S. Introduction: international perspectives on the new enclavism and the rise of gated communities. **Housing Studies**, v.20, n.2, p.177-186, 2005.
- BRUSHAN, N.; RAI, K. **Strategic decision making: applying the analytic hierarchy process**. Springer Verlag: New York, 2004.
- CHUANG, P. T. Combining the analytic hierarchy process and quality function deployment for a location decision from a requirement perspective. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.18, p.842-849, 2001.
- CRUZ, S. S.; PINHO, P. Closed condominiums as urban fragments of the contemporary city. **European Planning Studies**, v.17, n.11, p. 1685-1710, 2009.
- DACANAL, C. **Acesso restrito: reflexões sobre a qualidade ambiental percebida por habitantes de condomínios horizontais**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia – UEP, Rio Claro, 2004).
- FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (Eds.) **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. Springer: Berlin, 2005.
- GINEVICIUS, R.; PODVEZKO, V.; BRUZGE, S. Evaluating the effect of state aid to business by multicriterial methods. **Journal of Business Economics and Management**, v.9, n.3, p.167-180, 2008a.
- GINEVICIUS, R.; PODVEZKO, V.; RASLANAS, S. Evaluating the alternative solutions of wall insulation by multicriteria methods. **Journal of Civil Engineering and Management**, v.14, n.4, p.217-226, 2008b.
- HWANG, C. L.; YOON, K. S. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. Springer Verlag: Berlin, 1981.
- KUPPINGER, P. Exclusive greenery: new gated communities in Cairo. **City & Society**, v.16, n.2, p.35-62, 2004.
- LANDMAN, K. The storm that rocks the boat: the systemic impact of gated communities on urban sustainability. **Cybergeo: European Journal of Geography**, doc. 399, p. 1-17, 2007.
- LEMANSKI, C.; OLDFIELD, S. The parallel claims of gated communities and land invasions in a southern city: polarized state responses. **Environment and Planning A**, v.41, p.634-648, 2009.
- LIAUDANSKIENE, R.; USTINOVIVIVUS, L.; BOGDANOVICIUS, A. Evaluation of construction process safety solutions using the TOPSIS method. **Engineering Economics**, v. 4, p.32-40, 2009.
- LOW, S. M. **Behind the gates: life, security and the pursuit of happiness in fortress America**. Routledge: New York, 2003.
- POW, C. P. Public intervention, private aspiration: gated communities and the condominiumisation of housing landscapes in Singapore. **Asia Pacific Viewpoint**, v.50, n.2, p.215-227, 2009.
- REZAEI-MOGHADDAM, K.; KARAMI, E. A multiple criteria evaluation of sustainable agricultural development models using AHP. **Environment, Development and Sustainability** v.10, p.407-426, 2008.
- SAATY, T. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: Makron Books, 1991.

SAATY, T.; VARGAS, L. **Methods, concepts and applications of the Analytic Hierarchy process**. Kluwer Academic Publishers: Boston, 2001.

SANCHEZ, T. W.; LANG, R. E.; DHAVALA, D. M. Security versus status? A first look at the census's gated community data. **Journal of Planning Education and Research**, v.24, p.281-291, 2005.

VESSELINOV, E. Members only: gated communities and residential segregation in the metropolitan United States. **Sociological Forum**, v.23, n.5, p.536-554, 2008.

ZAVADSKAS, E. K.; KAKLAUSKAS, A.; VILUTIENE, T. Multicriteria evaluation of apartment blocks maintenance contractors: Lithuanian case study. **International Journal of Strategic Property Management**, v.13, n.4, p. 319-338, 2009.

ZAVADSKAS, E. K.; LIAS, R.; TURSKIS, Z. Multiattribute decision-making methods for assessment of quality in bridges and broad construction: state-of-the-art surveys. **The Baltic Journal of Road and bridge Engineering**, v.3, n.3, p.152-160, 2008.