

# IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS EM UMA EMPRESA PÚBLICA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DA REGIÃO DO GRANDE ABC

## IMPLEMENTATION OF A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM IN A PUBLIC ENVIRONMENTAL SANITATION COMPANY IN REGIÃO DO GRANDE ABC - SÃO PAULO

**Carlos Augusto Nakano**

Professor do curso de Processamento de Dados – Centro Universitário Fundação Santo André e Analista de Negócios e Sistemas.

**Denise Simão Ceolin**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da Universidade Metodista de São Paulo.

### RESUMO

Este artigo apresenta uma análise das dificuldades de uma empresa de saneamento ambiental em implantar um Sistema de Informações Geográficas (SIG), em função de inúmeras ferramentas existentes no mercado, aliado ao problema de escolha do melhor aplicativo que atenda as necessidades da organização e proporcione condições de transformar dados gráficos em informações alfanuméricas, possibilitando uma integração de relacionamentos com outras bases de dados. Perante esta dificuldade, este trabalho propõe a aplicação do método AHP (Analytic Hierarchy Process) como ferramenta de apoio à decisão de escolha da melhor alternativa de software para implantação de um SIG em saneamento ambiental. Os dados levantados para a aplicação do método, bem como seus critérios e alternativas, foram realizados em uma organização de saneamento ambiental da Região do Grande ABC.

**Palavras-chave:** saneamento ambiental, sistema de informações geográficas, geoprocessamento.

### ABSTRACT

This article presents an analysis of the difficulties held by an environmental sanitation company to implement a Geographic Information System (GIS), taking into consideration several tools present on the market, together with the problem of choosing the best applicative which meets the needs of the organization and provides conditions to convert graphical data into alphanumeric information, making possible an integration of relations to other databases. In face of this difficulty, this work paper considers proposes the application of the AHP method (Analytic Hierarchy Process) as a tool of support to the choice of the best alternative of software for the implementation of a GIS in an environmental sanitation company. The data collected for the application of the method, as well as their criteria and alternatives, had been carried out at an environmental sanitation company in Região do Grande t ABC.

**Keywords:** strategy, competitiveness, marketing, knowledge management.

Endereços dos autores:

**Carlos Augusto Nakano**

Endereço: Rua Xingu, 275 - apto. 23 – Santo André - SP - CEP 09060-050 - Email: carlosnakano@terra.com.br

**Denise Simão Ceolin**

Endereço: Rua Martin Afonso de Souza, 547 – São Caetano do Sul - SP - CEP 09580-660 - Email: denise\_ceolin@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

No mundo atual, tem-se dado grande destaque ao conceito da qualidade porque as organizações desejam fornecer bons produtos e serviços para seus clientes internos e externos, a fim de incrementar suas receitas.

É nesse ambiente que se encontram as empresas públicas municipais, que muitas vezes são criadas sem fins lucrativos, mas que necessitam do lucro para melhoria dos seus serviços. Esse chamado lucro é obtido quando os custos ou gastos são menores que as receitas provindas da arrecadação de impostos, taxas e contribuições. Para que isto ocorra, é necessário que estas estejam bem estruturadas, contando com a ajuda da tecnologia. De todas as formas de tecnologia da informação, os Sistemas de Informações Geográficas são os que mais agregam otimização e integração ao ambiente de uma prefeitura. Dessa forma, elege-se o SIG como tendo a concepção ideal para o complexo funcionamento do setor público municipal.

Mas a eficiência e a eficácia dependem também das pessoas que executam as tarefas dentro da organização. Elas precisam estar motivadas, treinadas e preparadas para lidarem com as tecnologias e relacionamentos entre funcionários, clientes e fornecedores, ou seja, tanto no ambiente interno como externo. Por isso, é abordado o impacto positivo causado pela implantação da tecnologia do geoprocessamento, que além dos funcionários, atinge também a vida dos contribuintes da região atendida pela empresa.

O trabalho é estruturado da seguinte forma: primeiramente, é feita a revisão do conceito e da importância da qualidade e as suas dimensões. A seguir, o conceito de geoprocessamento, sua aplicabilidade e utilidade. O problema de escolha do melhor sistema de informações geográficas em saneamento ambiental é apresentado na seqüência com o estudo de caso da empresa Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André demonstrando os resultados obtidos com o Modelo AHP. Por último, as conclusões finais.

## A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE NAS ORGANIZAÇÕES

A qualidade é definida, segundo Deming (1982), como a redução da variabilidade e é o caminho para a prosperidade, por meio do aumento da produtivi-

dade, da redução de custos, da conquista de mercados e da expansão do emprego. É também responsabilidade da alta administração, avaliar as necessidades do cliente ou consumidor e prosseguir pelos diversos estágios da transformação de insumos, até chegar como produtos ou serviços ao mesmo cliente.

Para se obter êxito na administração da qualidade, por parte das empresas, deve-se seguir os 14 pontos ou princípios do método de Deming.

### 14 pontos ou princípios do método de Deming

1. Estabelecer a constância do propósito de melhorar o produto e o serviço, com a finalidade da empresa tornar-se competitiva, permanecer no mercado e criar empregos.

2. Adotar a nova filosofia. Numa nova era econômica, a administração deve despertar para o desafio de assumir suas responsabilidades e assumir a liderança da mudança.

3. Acabar com a dependência da inspeção em massa, eliminando-a, construindo a qualidade junto com o produto ou serviço.

4. Cessar a prática de comprar apenas com base no preço. Em vez disso, deve-se minimizar o custo total. É preciso desenvolver um fornecedor único para cada item, num relacionamento de longo prazo fundado na lealdade e confiança.

5. Melhorar sempre e constantemente o sistema de produção e serviço para melhorar a qualidade e a produtividade e, dessa maneira reduzir constantemente os custos.

6. Instituir o treinamento no serviço.

7. Instituir a liderança.

8. Afastar o medo, para que todos possam trabalhar eficazmente pela empresa.

9. Eliminar as barreiras entre os departamentos. Quem trabalha nas áreas de pesquisa, projeto, vendas e produção deve agir como equipe, para antecipar problemas na produção e na utilização que possam afetar o produto ou serviço.

10. Eliminar slogans, exortações e metas para os empregados, pedindo zero defeito e níveis mais altos de produtividade. Essas exortações apenas criam relações hostis, já que o principal nas causas da má qualidade e má produtividade é o sistema, o qual se encontra além do alcance da força de trabalho.

11. Eliminar as cotas numéricas no chão de fábrica. Eliminar a administração por objetivos.

12. Remover as barreiras que impedem ao trabalhador sentir orgulho pela tarefa bem-feita. A responsabilidade dos supervisores deve mudar dos números para a qualidade.

13. Instituir um sólido programa de educação e autotreinamento.

14. Agir no sentido de concretizar a transformação, que é o trabalho de todos.

Sob o ponto de vista dos consumidores, a qualidade dos serviços deve ser considerada em dez dimensões, de acordo com Berry, Zeithamal e Parasuraman (1990):

- **Confiabilidade:** envolve consistência de desempenho de fidedignidade; significa que a empresa desempenha o serviço correto no tempo exato e que também honra as suas promessas;

- **Responsividade:** subentende a presteza dos colaboradores em prover o serviço desejado, envolvendo, portanto sua rapidez e flexibilidade;

- **Competência:** significa a capacidade para prestar um serviço com conhecimento de causa; envolve o contato pessoal, necessita que o colaborador dê suporte às operações e à assistência técnica e a capacidade da organização em termos de pesquisa;

- **Acesso:** envolve a aproximação e a facilidade de contato;

- **Cortesia:** envolve a polidez, respeito, consideração e amabilidade no contato pessoal;

- **Comunicação:** é manter os clientes bem-informados e permitir que eles possam ser ouvidos; a empresa deve ajustar seus meios de comunicação aos diferentes consumidores;

- **Credibilidade:** envolve confiança e honestidade, o nome e a reputação da empresa e as características pessoais dos contatos de vendas;

- **Segurança:** é a ausência de perigo, risco ou dúvida, englobando segurança física e financeira, além da confidencialidade;

- **Conhecimento do cliente:** implica um esforço para compreender os seus desejos e necessidades; envolve atenção individualizada e reconhecimento do cliente regular;

- **Tangibilidade:** são as evidências físicas dos serviços, tais como facilidades físicas, aparência dos cola-

boradores, ferramentas ou equipamentos utilizados de forma a prover o serviço, representações físicas do serviço e criação de uma cadeia de outros potenciais clientes que possam ter acesso a ele.

Diante da acirrada competitividade, imposta pelo mundo globalizado, percebe-se o grande esforço dos administradores em busca de recursos para melhorar a qualidade de seus produtos ou serviços. Em função disso, a tecnologia de sistemas exerce grande impacto para o aprimoramento das ferramentas que se tornam vantagem competitiva para as empresas.

## SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

A utilização da tecnologia de geoprocessamento como ferramenta de apoio à tomada de decisão vem ganhando destaque nos últimos anos. A fim de melhor compreender o que se tem definido como Sistema de Informações Geográficas (SIG), buscou-se as definições de sistema, informação geográfica, sistema de informação e geoprocessamento:

- **Sistema - conjunto ou arranjo de elementos relacionados de tal maneira a formar uma unidade ou um todo organizado;**

- **Informação geográfica - conjunto de dados ou valores que podem ser apresentados em forma gráfica, numérica ou alfanumérica, e cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial;**

- **Sistema de informação - conjunto de elementos inter-relacionados que visam à coleta, entrada, armazenamento, tratamento, análise e provisão de informações.**

- **Geoprocessamento - conjunto de pelo menos quatro categorias de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial:**

- **Técnicas para coleta de informação espacial (Cartografia, Sensoriamento Remoto, GPS, Topografia Convencional, Fotogrametria, Levantamento de dados alfanuméricos);**

- **Técnicas de armazenamento de informação espacial (Bancos de Dados – Orientado a Objetos, Relacional, Hierárquico etc.);**

- **Técnicas para tratamento e análise de informação espacial, como Modelagem de Dados, Geoestatística, Aritmética Lógica, Funções topológicas, Redes;**

- **Técnicas para o uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS – Geographic Information**

Systems, LIS – Land Information Systems, AM/FM – Automated Mapping/Facilities Management, CADD – Computer-Aided Drafting and Design.

Uma definição bastante comum de SIG encontrada na literatura relaciona esta tecnologia com uma ferramenta que associa banco de dados a mapas digitalizados. Conceitos mais amplos que este são apresentados hoje em dia. Um SIG completo consiste em pelo menos cinco componentes: software, hardware, dados geográficos, pessoal e organização. Partindo do princípio que o sistema seja implementado na empresa, não basta apenas um software que trabalhe com um banco de dados e mapas digitalizados, é importante que exista pessoal qualificado, um objetivo no seu uso e interação com outras áreas dentro da organização. Portanto, SIG é uma coleção de software, hardware, dados geográficos e pessoal para facilitar o processo de tomada de decisão, que envolve o uso de informações georeferenciadas na organização.

Partindo desse raciocínio, o SIG pode ser definido como um conjunto integrado de hardware e software para a aquisição, armazenamento, estruturação, manipulação, análise e exibição gráfica de dados espacialmente referenciados pelas coordenadas geográficas.

Possui como característica básica à integração de dois tipos distintos de dados: gráficos (base cartográfica) e não-gráficos, descritivos ou atributos (banco de dados).

Também conhecida como tecnologia de geoprocessamento é utilizada em inúmeras áreas tais como: Meio Ambiente, Telecomunicações, Negócios e Marketing, Monitoramento de Frotas, Agricultura etc. Em cada área a que se aplica, a engenharia de projeto geotecnológico procura criar um modelo de análise específico para o universo a ser estudado, de tal forma que os objetos possam ser observados intrinsecamente e em suas inter-relações.

Algumas aplicações do SIG em nível de governos (federal, estadual ou municipal) são:

1. Mapas do terreno – topográfico, declividade, solos etc.;
2. Sistemas de navegação – controle de tráfego aéreo, estruturas de rotas, dados de navegação interna etc.;
3. Identificação de recursos naturais – avaliação de recursos naturais, geologia, exploração etc.;

4. Gerenciamento, planejamento e inventário de recursos de solo/água – projeto de vilas, rodovias, gerenciamento e levantamento de solos florestais e fazendas, informação das culturas em produção etc.;

5. Monitoramento e avaliação ambiental – vertentes, avaliações, estudos de contaminação e poluição, conservação do solo etc.;

6. Modelos de simulação de redes – em estradas, hidrografia, rotas (distribuição e coleta), água e esgoto etc.

Este último exemplo de aplicação é o utilizado pela organização que está sendo avaliada neste trabalho e terá uma abordagem mais aprofundada logo adiante.

### SERVIÇO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SANTO ANDRÉ

O Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André - Semasa - foi criado em novembro de 1969 como resultado da modernização do antigo DAE (Departamento de Água e Esgoto), órgão de administração direta da Prefeitura.

A criação do Semasa, através da Lei 3.300/69 teve como objetivo fortalecer e instrumentalizar a administração municipal a partir de uma organização ágil e independente para executar as melhorias que a cidade necessitava.

Neste período, todo o país passava por um momento de grande expansão dos centros urbanos e os serviços de saneamento deveriam acompanhar esse crescimento.

Mas muitos municípios não conseguiram enfrentar esse desafio, alegando falta de recursos, e assim, entregaram a operação de seus serviços de saneamento às companhias estaduais, criadas nos anos 1970 a partir do Plano Nacional de Saneamento, o Planasa.

O município de Santo André resistiu a essa centralização e o Semasa continuou existindo. Também passou a ampliar suas redes, atingindo índices de cobertura muito acima da média da maioria das cidades brasileiras.

Atualmente, o Semasa segue um modelo pioneiro de saneamento ambiental integrado, onde realiza oferta de água, a coleta de esgoto, a drenagem urbana, a gestão dos resíduos sólidos, a gestão ambiental e a gestão de riscos ambientais, através da defesa civil, em benefício do cidadão e do meio ambiente em geral.

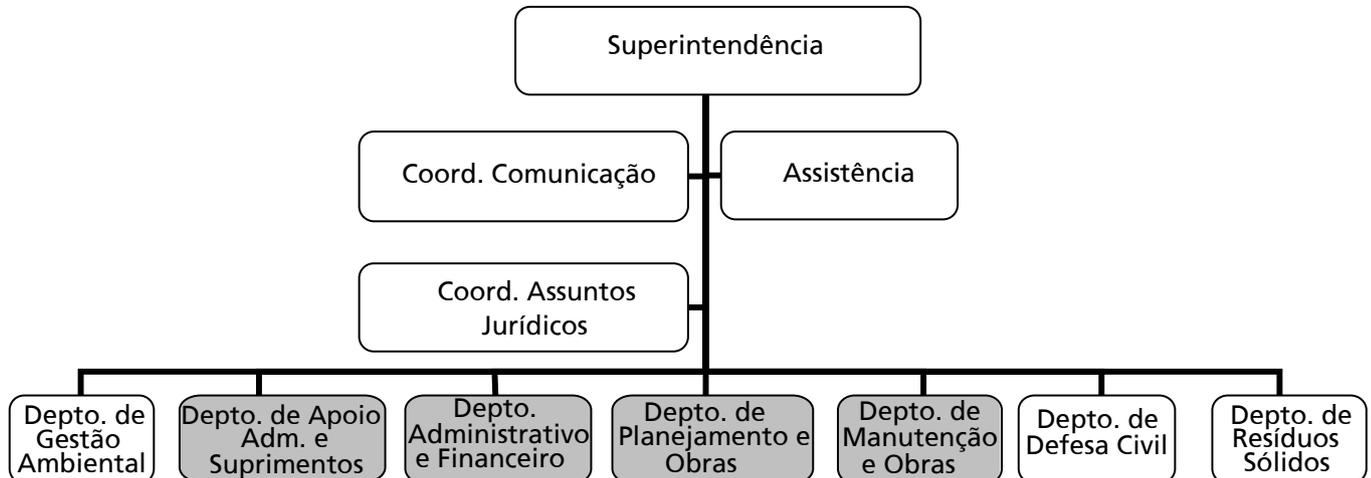
Assim, em 1999, o Semasa tornou-se a primeira

organização do país a integrar todas as dimensões do saneamento.

Em 2001, com o objetivo de aprimorar os serviços e atender ainda melhor as necessidades da população, o Semasa incorporou a Defesa Civil do município.

Hoje tem como política de qualidade: Aperfeiçoar constantemente os serviços de saneamento ambiental prestados no município, qualificando a força de trabalho e tendo como compromisso a satisfação da população e o desenvolvimento sustentável da cidade.

Figura 1 - Estrutura do Semasa.



## A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA E O USO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Os Departamentos em destaque são os analisados no trabalho, pois utilizam as mesmas informações para realizarem seus serviços. Os dados devem ser precisos e qualquer tipo de alteração da rede de água e esgoto deve ser prontamente compartilhada entre eles. Isso só foi possível com a implantação de um aplicativo para cadastramento das redes em meio digital em 1989, que possibilitou acessar mapas de toda a cidade, visualizando toda a rede de água e esgoto e parte das galerias pluviais. O SEMASA foi o primeiro serviço de saneamento a possuir todo seu cadastro técnico em meio digital computadorizado.

Esse sistema apresenta as informações descritivas do cadastro técnico dos equipamentos da rede de água (hidrômetros, registros, tubulação de macrodistribuição e de microdistribuição) e do cadastro comercial (dados do usuário, perfil de consumo, equipamentos alocados, atualidade de pagamentos) para

cada elemento representado na base cartográfica.

É neste momento, que percebe-se a necessidade de implementar um sistema corporativo mais eficiente com capacidade de interagir com outros sistemas da autarquia. Um sistema que seja capaz de pesquisar e apresentar a localização geográfica de informações descritivas, tendo como elementos de acesso: hidrômetro, inscrição imobiliária, nome do usuário, endereço ou, trecho de rua, diminuindo a inadimplência e os casos de redução das perdas comerciais com o projeto que vem corrigir os consumos não registrados, roubo de água e medições erradas de consumo.

Com este sistema, a partir da ocorrência de um problema na rede de água, será possível identificar e localizar geograficamente a região que deverá ser isolada para manobras de manutenção. Outra proposta é otimizar os serviços corretivos nas redes de água e também melhorar a programação dos serviços preventivos a serem feitos no município. Reduzir os custos da empresa e também proporcionar uma melhor qualidade de vida com a satisfação dos serviços

prestados aos contribuintes.

O sistema auxiliará em pesquisas temáticas em áreas de interesse quanto ao perfil do consumidor, consumo médio, situação de pagamentos e na expedição automatizada de ordem de serviço contendo: planta de localização da ocorrência e dos equipamentos a serem manobrados, características dos equipamentos atingidos, materiais necessários aos reparos, equipamento urbano atingido.

Com essa ferramenta um melhor controle de ordens de serviço expedidas e executadas será realizado, com a localização geográfica, de forma cumulativa, das ocorrências e ordens de serviço emitidas e executadas.

Outra vantagem é que este sistema possibilitará o desenvolvimento de novas pesquisas e temas, como por exemplo, o saneamento integrado que vem ocorrendo nas áreas de loteamentos irregulares e clandestinos da região próxima a mananciais.

#### O PROBLEMA DE ESCOLHA DA FERRAMENTA DE GEOPROCESSAMENTO EM SANEAMENTO AMBIENTAL

A problemática deste contexto ocorre em função da escolha da ferramenta que melhor se adeque à realidade atual da empresa, aproveitando todo o histórico do trabalho desenvolvido até o momento e atenda

a todas as expectativas com esse novo sistema corporativo de geoprocessamento.

Implementar um SIG na empresa exigirá que os responsáveis pelo projeto analisem qual o melhor software e quais as bases de dados que serão mais adequadas para as aplicações desejadas.

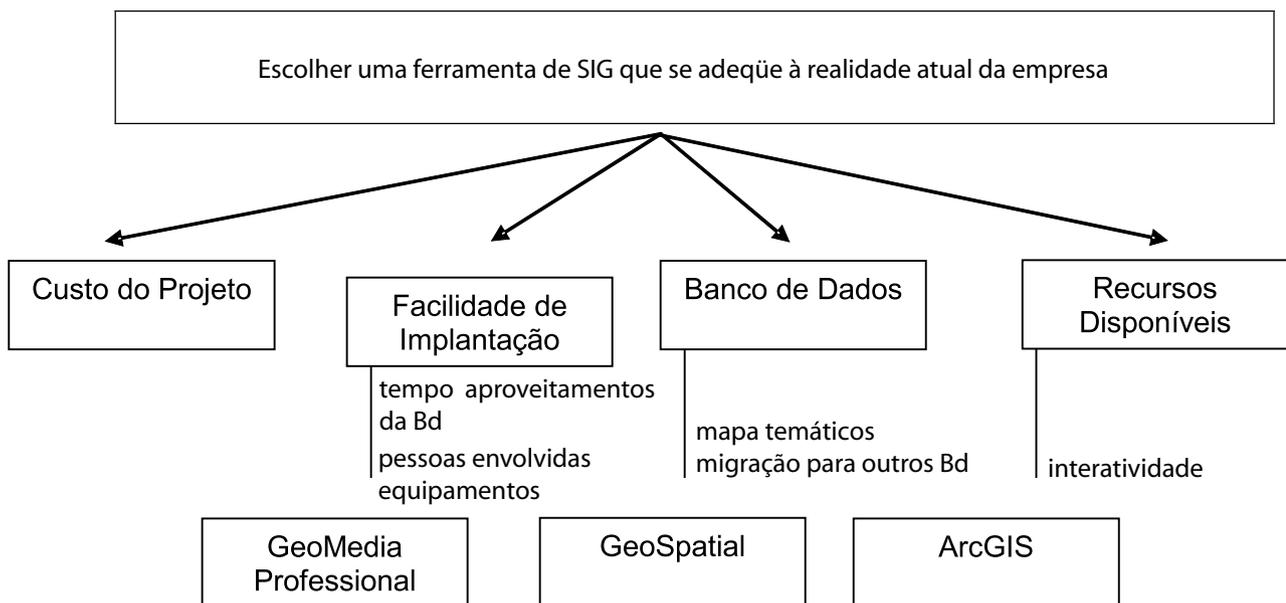
Deve-se também considerar a interação da área que trabalhe com SIG com as outras áreas da organização. Isto é importante visto que em geral a manutenção das bases de dados depende de vários setores. Se a comunicação não funcionar bem, todo o projeto poderá estar comprometido.

Para resolver problemas de decisão com esta complexidade, recomenda-se a utilização de métodos multicriteriais, os quais permitem agregar diferentes variáveis.

Para tanto foi utilizado o AHP - Analitic Hierarchy Process (Saaty, 1991) a fim de auxiliar no processo decisório de escolha do melhor software.

#### A CONSTRUÇÃO DO PROBLEMA

Evidencia-se neste momento, a interligação da meta a ser atingida com os critérios, seus respectivos subcritérios e alternativas que serão analisados com o método AHP para auxiliar na tomada de decisão.



**I - Meta:** Escolher uma ferramenta de SIG que se adeqüe à realidade atual da empresa.

**II - Critérios:** Foram definidos os seguintes critérios para a escolha do sistema:

- Custo do projeto – considerando os recursos necessários a serem alocados no desenvolvimento e treinamento deste projeto.

- Facilidade de Implantação – considerando o tempo gasto, as pessoas envolvidas e os equipamentos necessários a serem disponibilizados para esta Implantação;

- o Tempo;
- o Pessoas Envolvidas;
- o Equipamentos.

- Base de dados – considerando o aproveitamento e a utilização de todos os dados gráficos já inseridos no ambiente anterior e a migração para novas bases de dados estruturadas;

- o Aproveitamento da base de dados atual;
- o Migração para outros bancos de dados.

- Recursos disponíveis – considerando as ferramentas que proporcionarão o desenvolvimento de mapas que auxiliarão nas pesquisas temáticas, que a empresa necessita para a prestação de melhores

serviços e a interatividade da ferramenta como um todo.

- o Geração de mapas temáticos;
- o Interatividade da ferramenta.

**III - Alternativas:** foram pesquisadas três alternativas de softwares GIS, como segue:

- GeoMediaProfessional – Sisgraph
- Geospatial – Bentley
- ArcGis - Gempi

### A ANÁLISE DO PROBLEMA

A análise proposta é demonstrada em seis passos:

- i) Avaliação paritária dos critérios;
- ii) Avaliação paritária dos subcritérios;
- iii) Avaliação global das alternativas em relação a cada subcritério;
- iv) Avaliação dos benefícios das alternativas;
- v) Avaliação dos custos das alternativas;
- vi) Cálculo do índice Benefício / Custo das alternativas.

Para tanto utilizou-se uma escala de importância do **Quadro 1**, atribuindo o grau de relevância para cada item analisado.

**Quadro 1 – Escala de julgamento de importância ou preferência AHP.**

Intensidade	Definição	Explicação
1	Importância ou preferência igual	Dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância ou preferência fraca de uma sobre outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério (ou alternativa) em relação a outro.
5	Importância ou preferência forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério (ou alternativa) em relação a outro.
7	Importância ou preferência muito forte	Um critério (ou alternativa) é fortemente favorecido em relação a outro, e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância ou preferência absoluta	A evidência favorecendo um critério (ou alternativa) em relação a outro, e sua dominância é demonstrada na prática.
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição de compromisso.

Fonte: ( Saaty, *apud* FIGUEIREDO; I.R.; GARTNER, A. ,1999).

Matriz de Índices Aleatórios de Inconsistência						
n	2	3	4	5	6	7
IR	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32

CRITÉRIOS	
FACILIDADE DE IMPLANTAÇÃO	c1
BASE DE DADOS	c2
RECURSOS DISPONÍVEIS	c3

I - Avaliação dos Benefícios						
I.1 - Avaliação Global dos Benefícios						
	c1	c2	c3	Prod.	Wc	Aw
c1	1,00	0,33	2,00	0,87	22,97%	0,6898
c2	3,00	1,00	5,00	2,47	64,83%	1,9474
c3	0,50	0,20	1,00	0,46	12,20%	0,3665
n	3	SOMA		3,80	100,00%	
Lambda máx.						3,0037
IC						0,0018
RC						0,0032
RC <= 0,10 = Aceitável						

FACILIDADE DE IMPLANTAÇÃO	
Tempo	t
Pessoas envolvidas	p
Equipamentos	e

I.2 - Avaliação Local dos Benefícios						
FACILIDADE DE IMPLANTAÇÃO-c1						
	t	p	e	Prod.	Wc	Aw
t	1,00	4,00	3,00	2,29	63,01%	1,9582
p	0,25	1,00	2,00	0,79	21,84%	0,6789
e	0,33	0,50	1,00	0,55	15,15%	0,4707
n	3	SOMA		3,63	100,00%	
Lambda máx.						3,1078
IC						0,0539
RC						0,0930
RC <= 0,10 = Aceitável						

BASE DE DADOS	
proveitamento do Banco de Dados Atua	a
Migração para outros Bancos de Dados	m

BASE DE DADOS-c2						
	a	m		Prod.	Wc	Aw
a	1,00	3,00		1,73	75,00%	1,5000
m	0,33	1,00		0,58	25,00%	0,5000
n	2	SOMA		2,31	100,00%	
Lambda máx.						2,0000
IC						0,0000
RC						0,0000
RC <= 0,10 = Aceitável						

RECURSOS DISPONÍVEIS	
Geração de mapas temáticos	m
Interatividade da ferramenta	i

RECURSOS DISPONÍVEIS-c3						
	m	i		Prod.	Wc	Aw
m	1,00	0,50		0,71	33,33%	0,6667
i	2,00	1,00		1,41	66,67%	1,3333
n	2	SOMA		2,12	100,00%	
Lambda máx.						2,0000
IC						0,0000
RC						0,0000
RC <= 0,10 = Aceitável						

ALTERNATIVA	
GEOMEDIAPROFSSIONAL	a1
GEOSPATIAL	a2
ARCGIS	a3

I.3 - Avaliação Global das Alternativas						
	c1					
	t - Min		p - Min		e - Min	
a1	6	0,5	5	1,0	8	0,0
a2	7	0,0	6	0,5	8	0,0
a3	5	1,0	7	0,0	7	1,0

Avaliação dos Benefícios das Alternativas	
0,463347978	a 1
0,288069644	a 2
0,095365777	a 3

	c2			
	a - Max		m - Max	
a1	85	0,3	98	0,6
a2	100	1,0	100	1,0
a3	80	0,0	95	0,0

	c3			
	m - Max		i - Max	
a1	100	1,0	90	1,0
a2	95	0,3	88	0,0
a3	93	0,0	89	0,5

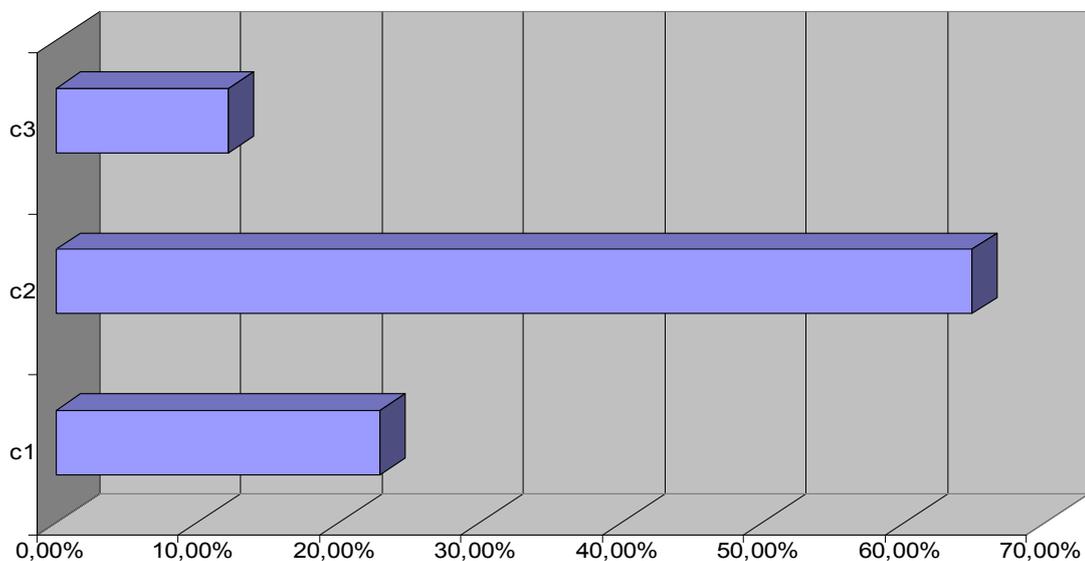
Avaliação dos Benefícios/Custos das Alternativas	
1,357539469	a 1
0,82030527	a 2
0,310120771	a 3
<b>Melhor alternativa GEOMEDIAPROFSSIONAL</b>	

II - Avaliação dos Custos das Alternativas		
	Custos (R\$)	Índice de Custo
Vc(a1)	R\$ 727.000,00	34,13 %
Vc(a2)	R\$ 748.000,00	35,12 %
Vc(a3)	R\$ 655.000,00	30,75 %
Total	R\$ 2.130.000,00	100,00 %

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a análise paritária dos critérios, foram gerados os índices de importância relativa, conforme demonstrado no Gráfico1.

Gráfico1 - Avaliação global do critérios.



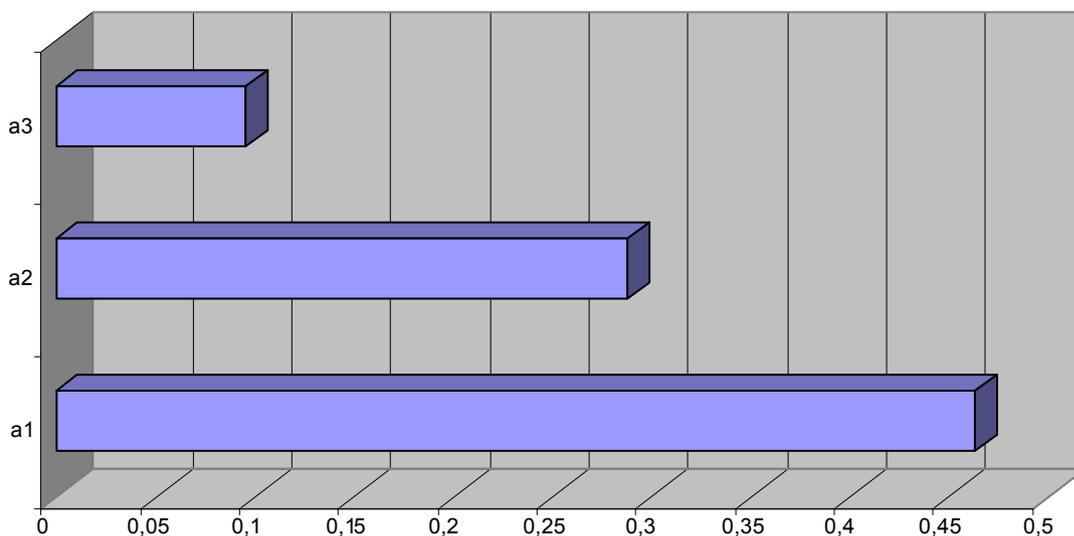
Os resultados apresentaram a seguinte ordem de importância: 1) Base de Dados (64,83%); 2) Facilidade de Implantação (22,97%); 3) Recursos Disponíveis (12,20%).

Na análise local dos benefícios, realizou-se para cada critério uma avaliação paritária de seus respectivos subcritérios, conforme demonstrado no item 1.2 das tabelas.

Na avaliação global das alternativas, devido ao fato de haver critérios de maximização e outros de minimização, calculou-se para cada subcritério um valor correspondente, com o objetivo de otimizar e equacionar as variáveis.

Com a análise dos benefícios das alternativas, obteve-se os seguintes resultados conforme demonstrado no **Gráfico 2**.

**Gráfico1 - Avaliação dos Benefícios da Alternativa.**



Na avaliação dos custos, obteve-se a seguinte ordem de melhores alternativas: 1) ArcGIS; 2) GeoMediaProfessional; 3) GeoSpatial.

Diante do cenário exposto, percebe-se no **Gráfico 2** que a ferramenta GeoMediaProfessional é a alternativa que melhor atende as necessidades da empresa. Em contrapartida, constata-se que a ferramenta ArcGIS é a que apresenta a melhor alternativa financeira.

Por fim, na avaliação geral, apresenta-se como a melhor alternativa para a empresa, o produto GeoMediaProfessional, em função deste ter obtido a maior representatividade de índice de benefício / custo apresentado nos cálculos deste método.

## CONCLUSÕES FINAIS

O método AHP foi uma ferramenta muito útil no

apoio ao processo de tomada de decisão, quanto a escolha da melhor solução SIG.

Este método fez com que todos os envolvidos nesse processo, aumentassem sua compreensão à respeito do problema, aumentando a participação de todos na avaliação do modelo.

Com a aplicação do método, obteve-se como a ferramenta de maior viabilidade o GeoMediaProfessional, sendo a mais indicada para a implantação de um projeto de geoprocessamento nas empresas de saneamento ambiental.

Conclui-se também que, embora o custo do produto seja extremamente relevante no estudo, principalmente por tratar-se de uma organização pública, na análise apresentada não foi o critério determinante na definição do melhor resultado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERRY, Leonard L. *et al.* **Os cinco passos para gerar um serviço de qualidade.** São Paulo: Makron Books, 1990.

DEMING, W. Edwards. **Qualidade: a re-solução da administração.** Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

FIGUEIREDO, Adelaide; GARTNER, Ivan R. **Planejamento de ações de gestão pela qualidade e produtividade em transporte urbano.** São Paulo: Makron Books, 1999.

MAXIMIANO, Antônio César Amaro. **Introdução à administração.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

545 p.

PAREDES, Evaristo Atencio. **Sistemas de informação geográfica: princípios e aplicações (geoprocessamento).** 1 ed. São Paulo: Érica. 1994. 693p

PLANTULLO, Vicente Lentini. **Teoria geral da administração: de Taylor às redes neurais.** 2 ed. Rio de Janeiro: FGV. 2002. 176 p.

SAATY, T.L. **Método de análise hierárquica.** São Paulo: Makron Books, 1991.

<http://www.semasa.sp.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2005.