

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

TIAGO CAVELAGNA

**ESTRUTURAÇÃO DE PROCESSO DE DECISÃO SOBRE MODELO
DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO POR AHP
(*ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*)**

Poços de Caldas - MG

2016

TIAGO CAVELAGNA

**ESTRUTURAÇÃO DE PROCESSO DE DECISÃO SOBRE MODELO
DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO POR AHP
(*ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*)**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: Prof Dr Cláudio Antônio de Andrade Lima,

Co-orientador: Prof Dr. Maicon Gouvêa de Oliveira

Poços de Caldas - MG

2016

C378e Cavelagna, Tiago.

Estruturação de processo de decisão sobre modelo de gestão de serviços de água e esgoto por AHP (*analytic hierarchy process*) / Tiago Cavelagna. – Poços de Caldas, 2016.
86 f. –

Orientador: Cláudio Antônio de Andrade Lima.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, MG, 2016.
Bibliografia.

1. Abastecimento de água – Administração. 2. Água – Qualidade. 3. Esgotos. 4. Águas residuais. 5. Processo decisório por critério múltiplo. I. Lima, Cláudio Antônio de Andrade. II. Título.

CDD: 628

TIAGO CAVELAGNA

Estruturação de processo de decisão sobre modelo de gestão de serviços de água e esgoto por AHP (analytic hierarchy process)

A banca examinadora abaixo-assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência e Engenharia Ambiental, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alfenas.

Área de Concentração: Ciência e Engenharia Ambiental.

Aprovada em: 27 de janeiro de 2016.



Prof Dr. Claudio Antônio de Andrade Lima
Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Prof Dr. Eduardo Gomes Salgado
Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Prof Dr. Rafael de Oliveira Tiezzi
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Dedico este trabalho à minha esposa, aos meus pais e irmãos, aos meus amigos, dentro e fora da universidade, pelo apoio nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus por alimentar minha fé e permitir mais esta vitória.

À Universidade Federal de Alfenas pela oportunidade oferecida.

Ao meu orientador e eterno professor Dr. Cláudio Antônio de Andrade Lima, minha gratidão eterna. Sua dedicação e motivação foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao meu Co-orientador Prof.Dr. Maicon Gouvêa de Oliveira pelos conhecimentos transmitidos e boa vontade em ajudar.

À coordenadora do PPGCEA, Profa.Dra. Renata Piacentini Rodriguez, pela paciência e compreensão com as dificuldades enfrentadas.

Aos professores Antonio Donizeti, Alexandre Silveira e Giselle Sancinetti, que além de professores se tornaram grandes amigos.

Ao Prof.Dr. Eduardo Gomes Salgado, pelos ensinamentos e pela cooperação direta e indireta nesta pesquisa.

À Profa.Dra. Fátima Sarkis, pela simpatia e disponibilidade em ajudar.

À competente servidora Kenia Eliber Vieira, pelos socorros necessários.

Aos nove especialistas colaboradores pela boa vontade em contribuir.

Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O marco regulatório do saneamento básico no Brasil estabelece de forma clara as diretrizes que deverão ser seguidas pelos prestadores destes serviços de água e esgoto, porém quando a Constituição Federal delega aos municípios a titularidade destes serviços impõe aos decisores locais a atribuição escolha do modelo de gestão a ser adotado. As características próprias de cada município e região junto a necessidade da ponderação de atributos técnicos, econômicos e sociais de cada opção de modelo de gestão conferem elevada complexidade ao processo de decisão de qual o melhor modelo de gestão para cada município, constituindo em tema contemporâneo de estudos e de intensos debates pela população. Em função dessa complexidade, os métodos multicritérios de apoio à decisão se apresentam como ferramentas de auxílio aos tomadores de decisão tanto na estruturação destes problemas com objetivos conflitantes como também de suporte na priorização dos principais critérios envolvidos neste processo. Este estudo buscou estruturar processo de tomada de decisão sobre a escolha de modelo de gestão de serviços de água e esgoto com a priorização de critérios por meio do processo de hierarquia analítica (AHP). A partir das informações obtidas do SNIS-Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, nove critérios foram estabelecidos e enviados à nove especialistas para validação da seleção e priorização. Os resultados apontaram nítida priorização de critérios técnicos e operacionais, seguidos dos associados a regulação e controle social e, menos prioritários, os critérios econômicos e financeiros.

Palavras-chave: Modelos de Gestão. Serviços de Água e Esgoto. Decisão Multicritério. AHP *Analytic Hierarchy Process*.

ABSTRACT

The regulatory framework of basic sanitation in Brazil, establishes very clearly the guidelines that must be followed by these service providers of water and sewage, but when the Federal Constitution delegates to the municipalities the title transfer of these services, it imposes to the local decision makers the choice of management model to be adopted. Each municipality and region own characteristics, with the necessity of weighting of technical, economic and social attributions of each option of management model confers high complexity to the decision process of which management model is best for each municipality, composing a contemporary theme for studies and intense debating by the population. Because of this complexity, the multi-criteria methods of support to the decision serve as helping tools to the decision makers not only in the structuration of these problems with confliction objects but also as support in the prioritizing of the main criteria involved in this process. This study tried to structure the process of decision making about the choice of management model for services of water and sewage with the prioritizing of criteria through the *Analytic Hierarchy Process*. (AHP). From the information obtained by the SNIS (Sanitation Information National System), nine criteria were established and sent to nine experts for validation of the selection and prioritizing. The results show a clear prioritizing of technical and operational criteria, followed by those associated to the regulation and social control, and, less prioritized, the financial and economic criteria.

Keywords: Management models. Services of Water and Sewage. Multi-criteria Decision. AHP *Analytic Hierarchy Process*.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de municípios e modelos de gestão (ano base 2013).....	18
Quadro 2 - Caracterização das cidades e empresas de saneamento.....	21
Quadro 3 - Distribuição dos modelos multicritérios para Saneamento.....	26
Quadro 4 - Índice de inconsistência aleatória	30
Quadro 5 - Escala Fundamental de Saaty	43
Quadro 6 - Exemplo de planilha do AHP e cálculo de consistência	53
Quadro 7 - Consolidação Geral das Prioridades agregadas pelo AIP.....	55
Quadro 8 - Priorização dos critérios separados por especialistas.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura hierárquica do AHP	25
Figura 2 – Crescimento dos métodos multicritério entre 1990 a 2010.....	26
Figura 3 - Formato da matriz de decisão.....	29
Figura 4 - Fluxograma do percurso metodológico	35
Figura 5 - Pirâmide de informações	37
Figura 6 - Estruturação Hierárquica para escolha do modelo de gestão.....	42
Figura 7 - Respostas da comparação par a par pelos especialistas.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AHP** – *Analytic Hierarchy Process*
- AIJ** – Agregação Individual de Julgamentos
- AIP** – Agregação Individual de Prioridades
- ASSEMAE** – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento
- COPASA** – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- DMAE** – Departamento Municipal de Água e Esgoto
- FDA** – *Fuzzy Decision Approach*
- IAM** – Inconsistência Aleatória Média
- IC** – Índice de Consistência
- MACBETH** – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*
- PNS** – Plano Nacional de Saneamento
- RC** – Relação de Consistência
- SAAE** – Serviço Autônomo de Água e Esgoto
- SABESP** – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo
- SANEPAR** – Companhia de Saneamento do Paraná
- SNIS** – Sistema Nacional de informações sobre Saneamento
- TOPSIS** – *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	15
3.1.1	Histórico	15
3.1.2	Modelos de gestão para empresas de saneamento	17
3.1.3	Municípios de porte médio com diferentes modelos de gestão	20
3.2	A TOMADA DE DECISÃO.....	22
3.3	O <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> (AHP).....	24
3.3.1	Procedimento analítico do AHP	27
3.3.2	Agregação dos dados, AIP ou AIJ	31
3.4	O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO.....	32
3.5	INDICADORES E ÍNDICES DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO.....	33
4	METODOLOGIA	35
4.1	SELEÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO PARA A DECISÃO.....	36
4.2	SELEÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA O PROCESSO DE DECISÃO.....	36
4.3	ESTRUTURAÇÃO DA MATRIZ DE DECISÃO PELO AHP.....	42
4.4	VALIDAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE PESOS AOS CRITÉRIOS.....	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
5.1	ESCOLHA DOS MODELOS DE GESTÃO ESTUDADOS.....	47
5.2	VALIDAÇÃO DOS CRITÉRIOS APRESENTADOS NO ESTUDO.....	48
5.3	COMPARAÇÃO PAR A PAR.....	51
5.4	CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS GERAL.....	55
5.5	ANÁLISE DOS DADOS SEGUINDO O PERFIL DOS ESPECIALISTAS	56
6	CONCLUSÃO	58
7	RECOMENDAÇÕES PARA CONTINUIDADE DA PESQUISA	60
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICES	65
	ANEXO	84

1 INTRODUÇÃO

No início do século XXI, o Brasil viveu um grande momento de prosperidade e avanço em diversos setores, porém uma necessidade antiga e urgente ainda vem sendo tratada sem o devido cuidado: Saneamento Básico. Mesmo sendo prioridade em diversos governos, pouco se avançou neste sentido, tanto em garantir a universalização do acesso, quanto em melhorar sua qualidade.

A lei federal nº 11.445/07, marco regulatório do saneamento, traz de forma clara as diretrizes que deverão ser seguidas pelos serviços de Saneamento Público, porém quando a Constituição Federal delega aos municípios esta titularidade, impõe ao tomador de decisão a responsabilidade de abordar o tema com preocupações técnicas, econômicas e sociais.

No que se refere aos modelos de gestão mais adotados no início dos anos 2000, observa-se uma predominância das administrações estaduais, porém nas últimas duas décadas, verifica-se um aumento dos serviços municipais e um expressivo crescimento dos serviços privados, principalmente em municípios de porte médio, com populações entre 45.000 e 300.000 habitantes (SNIS, 2012).

A tomada de decisão sobre qual o modelo de gestão mais adequado para um determinado município envolve uma série de fatores que exigem estudos profundos e específicos. Então fica clara a necessidade dos responsáveis pela decisão disporem de métodos estruturados que envolvam critérios técnicos, econômicos e sociais, muitas vezes contraditórios entre si.

Em função dessa complexidade, os métodos multicritérios de apoio à decisão são ferramentas importantes para auxiliar os tomadores de decisão a resolverem problemas com objetivos conflitantes, e também, como suporte em toda a análise de escolha de forma mais direta envolvendo todos os elementos e consequências das ações potenciais (ALMEIDA, 2009).

Existem vários estudos sobre estes critérios para o saneamento, porém pouca atenção tem sido dada à sua priorização. Com a intenção de ajudar na solução deste problema, o presente estudo utiliza um processo de hierarquia analítica, abordando a importância relativa dos principais índices do setor.

Estes indicadores foram extraídos do SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Vários deles foram tratados ou agrupados para uma melhor representatividade e significância no processo de tomada de decisão. A posterior aplicação do AHP (*Analytic Hierarchy Process*) determina assim a prioridade destes indicadores no processo de escolha do modelo de gestão em uma empresa de Saneamento, buscando o melhor modelo para cada situação.

A escolha do método de multicritério AHP como o adequado se justifica pela sua consistência, transparência e facilidade na sua aplicação prática. O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi pioneiro e ainda hoje um dos mais utilizados métodos de apoio multicritério à decisão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estruturar processo de tomada de decisão sobre escolha de modelo de gestão de serviços de água e esgoto com a priorização de critérios por meio do *analytic hierarchy process* (AHP).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar os modelos de gestão mais utilizados pelos serviços de água e esgoto no Brasil;
- Identificar e validar os principais indicadores e índices de desempenho dos serviços de água e esgoto para escolha dos mais representativos para os modelos de gestão selecionados;
- Justificar a adequação do uso do Processo de Análise Hierárquica (AHP) para estruturação do processo de decisão em estudo;
- Consultar especialistas do setor para validação e atribuição de pesos aos critérios estabelecidos;
- Tabular e interpretar as respostas dos especialistas para cálculo das prioridades relativas dos índices através do AHP;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL

3.1.1 Histórico

De acordo com Oliveira (2005) o início da década de 70 no Brasil, foi marcado por grande pressão apresentada pela população e representantes da indústria e comércio, reivindicando maiores investimentos no setor de saneamento básico. Tais investimentos se resumiam a extensão das redes de abastecimento, redes de coleta e tratamento de esgotos, já que estas deficiências estariam impedindo o crescimento econômico e social das cidades. Este cenário levou um significativo número de empresas a abandonar os grandes centros urbanos em virtude dos custos implicados em sua manutenção. Em resposta a esta demanda, o governo brasileiro instituiu o Plano Nacional de Saneamento-PNS, assumindo esta responsabilidade com fortes investimentos, aumentando consideravelmente a área de atendimento. Em meados da década de 80, a luta pela retomada do poder de decisão municipal tomava corpo sendo importante assunto de pauta das eleições indiretas para presidente em 1985, materializada na constituição de 1988 que garantiu os instrumentos à descentralização dos serviços de saneamento básico.

Já a década de 1990 concretiza a possibilidade da privatização dos serviços de saneamento básico aos moldes das grandes empresas, conforme relato de Oliveira (2005). Este modelo de gestão surgido no primeiro mandato do governo Fernando Henrique Cardoso era opcional, porém no segundo mandato, a imposição de reajuste econômico do FMI, induziu o governo federal a impedir a contração de novos financiamentos por parte de empresas públicas

e a disponibilizar grandes somas às empresas privadas no setor de saneamento básico. Com isto as empresas públicas estaduais e municipais que já se encontravam enfraquecidas pela queda de investimentos, teriam que assumir sozinhas o ônus de novos investimentos necessários ou ceder às pressões pela concessão dos serviços à iniciativa privada.

Segundo Hohmann (2012), o artigo 8 da lei federal 11.445/07, encaminha que os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, ante a infraestrutura essencial à sua prestação, caracterizam-se por custos fixos elevados. Dentre outros, estes custos seriam o capital despendido na construção e manutenção de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto e redes de distribuição. Posteriormente, custos adicionais incidem sobre a infraestrutura já consolidada, como materiais de tratamento, energia e depreciação das instalações. Cria-se assim, um cenário que torna desinteressante a participação de vários prestadores do serviço em questão. Nessa égide, é possível qualificar os serviços de saneamento básico relativos ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário como “monopólios naturais”.

Conforme Turolla e Ohira (2005), os serviços tipicamente providos por agências públicas ou administrados pelo Estado possuem essas características de monopólio natural. Para Hohmann (2012), a Lei federal nº 11.445/07 não define com clareza a titularidade dos serviços públicos de saneamento básico. Sua atribuição aos municípios decorre do entendimento de que tratam de serviços públicos de interesse local. Porém, sua prestação é realizada, predominantemente pelas empresas estaduais, por meio de convênios ou de delegação, cujos contratos atingiram seu advento ao longo da década passada (transcorridos, em geral, trinta anos do início de sua vigência, na década de 1970). Alguns municípios têm demonstrado a intenção de prestar tais serviços autonomamente. Contudo, o Estado que vinha até o presente fazendo-o por meio de sua administração indireta e que foi responsável pela construção das estruturas necessárias à prestação dos serviços, tem se mostrado arredo à possibilidade de permitir o uso dessas redes pelos entes municipais. O código de saneamento não traz resposta a tal questionamento.

3.1.2 Modelos de gestão para empresas de saneamento

De acordo com Oliveira (2005), os serviços de saneamento básico no Brasil são historicamente constituídos pela atuação de instituições públicas e de instituições privadas. No Brasil a iniciativa pública passou a atuar na área do saneamento entre o final do século XIX e início do XX principalmente na implantação das primeiras estruturas sanitárias destinadas à coleta de esgotos, para solucionar problemas de epidemias, fruto das precárias ocupações urbanas. As instituições públicas são aquelas criadas pelo poder do Estado, sejam estaduais ou municipais e já nascem possuindo um caráter mais universal em relação ao saneamento, considerando que sua missão original estaria amarrada ao desenvolvimento de soluções para problemas relacionados ao esgotamento sanitário e ao abastecimento de água.

Estas instituições públicas se organizam na forma de companhias estaduais, atendendo a vários municípios ou como departamentos municipais que atuam de forma autônoma. Existe também, o modelo de gestão direta, onde o serviço de saneamento é gerido pelo poder executivo com seu orçamento totalmente vinculado ao do município.

O Sistema Nacional de Informações Sanitárias – SNIS (2013) divide em 5 os modelos de gestão aplicados no Brasil. A Tabela 3.1 apresenta o panorama de adoção destes modelos em 2013 divididos em regiões. Observando o Quadro 1 fica nítida uma expressiva concentração de municípios em três modelos: Prestadores de Serviços de Abrangência Regional, Prestadores de Serviços de Abrangência Local de Direito Público (Municipal) e Prestadores de serviços de Abrangência Local de Direito Privado. Estes três modelos representam 99,4% dos municípios brasileiros o que justifica esta pesquisa desconsiderar os outros dois modelos presentes no cenário nacional.

Quadro 1 - Relação de municípios e modelos de gestão (ano base 2013)

	PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ABRANGÊNCIA REGIONAL	PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ABRANGÊNCIA MICRORREGIONAL	PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ABRANGÊNCIA LOCAL - Direito Público	PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ABRANGÊNCIA LOCAL - Direito Privado com Administração Pública	PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ABRANGÊNCIA LOCAL - Empresa Privada
Municípios atendidos					
Norte	291		61		2
Nordeste	1.482		239	3	
Sudeste	1.092	10	595	8	26
Sul	853	5	289	4	5
Centro-Oeste	294	3	86		30
Total grupo:	4.012	18	1.270	15	63

Fonte: SNIS, 2013

Os modelos regionais ou estaduais atuam como entidades na maioria das vezes de capital misto. Sua criação ou extinção é autorizada por lei estadual, dotada de personalidade jurídica de direito privado com a finalidade de exploração de atividade econômica ou de prestação de serviço público, vinculado a controle estatal e aos fins especificados na lei (BRASIL, 2012).

As empresas regionais organizam-se nos Estados de forma capilar e descentralizada. São compostas por diretorias que são subdivididas em superintendências, estas em distritos de serviços e, por último, em escritórios locais. Sua atuação nos municípios é regulada por contratos de concessão. São alguns exemplos deste modelo a COPASA, a SABESP e a SANEPAR. A empresa pública estadual tem autonomia sobre os estudos da tarifa, financiamentos, recursos orçamentários e evolução tecnológica. Possui como principais dificuldades a ação criteriosa de agências reguladoras e a missão de atender de forma igualitária todos os municípios sob sua gestão. Mesmo de forma discreta,

este modelo sofre uma forte influência política, já que seus cargos gestores são normalmente nomeados pelo poder executivo estadual. (HELLER; COUTINHO; MINGOTI, 2006)

Nos modelos municipais os serviços são organizados sob a forma de autarquias municipais. Usualmente recebem a denominação de Serviço Autônomo de Água e Esgoto — SAAE, superintendência de Água e Esgoto — SAE ou Departamento Municipal de Água e Esgoto — DMAE. São pessoas jurídicas de Direito Público, criadas por lei específica. A ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento monitora e auxilia na gestão destas empresas. Estas estruturas municipais geralmente possuem orçamento próprio, porém sempre vinculados à gestão executiva do município sendo reguladas por leis municipais. Cabe aqui ressaltar que este modelo é severamente influenciado pela política local, tendo a continuidade de seus serviços muitas vezes prejudicada quando ocorre a troca de governo. Por outro lado, desperta nos munícipes o sentimento de posse, já que a empresa pública é na verdade patrimônio do município (HELLER; COUTINHO; MINGOTI, 2006).

As empresas de capital privado avançaram na década de 90 apoiadas pelo desenvolvimento de políticas neoliberais e pelo do discurso de domínio tecnológico contrapondo as empresas públicas consideradas ultrapassadas. As empresas privadas ligadas ao setor de saneamento básico no Brasil são compostas por capital estrangeiro ou por meio de consórcios entre empresas de capital nacional (OLIVEIRA, 2005).

A privatização ainda não é muito comum, devido à insegurança popular que gera o tema por ser um serviço de primeira necessidade, além dos grandes obstáculos impostos pela legislação brasileira. Sua aplicação depende de concessão pública e deve ser aprovada por lei específica em cada município. Oliveira (2005) afirma que apesar de ainda não dominarem totalmente o mercado, as grandes corporações transnacionais estrangeiras estão relacionadas aos grandes capitais financeiros mundiais. Resultado de constantes fusões de empresas com tradição em setores distintos, tais como transporte, pavimentação urbana, energia, comunicação, saneamento, entre

outros. Via de regra, instalam-se com a denominação da cidade sede dos serviços prestados, com vistas a evitar resistências quanto a sua origem estrangeira ou a evitar questionamentos quanto ao histórico de atuação da corporação em outros países.

3.1.3 Municípios de porte médio do sudeste com diferentes modelos de gestão

O IBGE (2014) classifica como “médio porte” municípios que possuem entre 100 mil e 500 mil habitantes.

No processo de escolha dos critérios, tomou-se como exemplo municípios representativos dos três modelos de gestão em estudo, buscando uma base que não apresente realidades discrepantes, optando pelos municípios de Limeira, Poços de Caldas e Varginha. A escolha destes municípios se deu por terem diferentes modelos de gestão além da proximidade geográfica e valores equivalentes de população, índice de desenvolvimento humano (IDH), renda per-capta e percentuais de acesso ao sistema de saneamento básico, configurando similaridades técnicas, sociais, econômicas e da estrutura do setor de Saneamento Municipal.

O Quadro 2 apresenta a vinculação das cidades em estudo e os modelos que representam junto as principais informações utilizadas para considerá-las municípios similares.

Quadro 2 - Caracterização das cidades e empresas de saneamento

CIDADE	VARGINHA	POÇOS DE CALDAS	LIMEIRA
EMPRESA	COPASA	DMAE	FOZ DE LIMEIRA
	CARACTERIZAÇÃO		
MODELO ADMINISTRATIVO	ESTADUAL	MUNICIPAL	PRIVADO
HABITANTES	130.139	161.025	291.748
LIGAÇÕES DE ÁGUAS ATIVAS	43.273	51.753	95.710
LIGAÇÕES DE ESGOTO ATIVAS	43.235	51.348	94.819
VOLUME MÉDIO DE ÁGUA PRODUZIDO (1.000 m ³ /ano)	9.110	18.692	24.135
PERCENTUAL DE HABITANTES ATENDIDOS COM ÁGUA TRATADA	96,73	100	100
PERCENTUAL DE ESGOTO TRATADO	96,48	23,49	98,68
PERCENTUAL DE HABITANTES ATENDIDOS COM ESGOTO COLETADO	96,73	99,8	100
CONSUMO MÉDIO PER CAPTA DE ÁGUA (l/hab/dia)	152,57	179,65	196,83
PIB per capto	32.512,33	26.948,13	26.836,34
IDH	0,778	0,779	0,775

Fonte: BRASIL, 2012

Mesmo Limeira apresentando um número significativamente maior de habitantes, todos os três municípios se enquadram na classificação de porte médio segundo o IBGE e apresentam uma relação de aproximadamente três habitantes por ligação. Todos também apresentam percentuais próximos da totalidade quando avaliados com relação ao volume de habitantes atendidos pelo serviço de saneamento.

Apesar dos três municípios apresentarem quase 100% de esgoto coletado, Poços de Caldas apresenta o pior resultado de esgoto tratado com apenas 23,49% enquanto Varginha e Limeira apresentam valores próximos de 100%. Comparando o consumo médio per capto, Limeira lidera com quase 200

l/hab/dia, fato que pode estar diretamente relacionado com o clima mais seco e quente quando comparado com Poços de Caldas ou Varginha. Porém quando relaciona-se o volume de água produzido com número de habitantes, Poços de Caldas lidera indicando um volume de perdas superior aos outros dois municípios. Os IDHs das três cidades são equivalentes e acima da média nacional.

3.2 A TOMADA DE DECISÃO

O processo de tomada de decisão é uma constante no cotidiano das pessoas. Muitas vezes este processo é complexo e envolve uma série de fatores que exigem um estudo mais profundo e específico antes de ser concluído. Nestes casos, os problemas de decisão envolvem múltiplos objetivos e critérios muitas vezes contraditórios entre si, em que a contribuição de um critério quase sempre apresenta um prejuízo em outro. (VILAS BOAS, 2006)

Nos dias atuais, a problemática da tomada de decisão é caracterizada por um número crescente de alternativas e critérios, posto que os decisores necessitam selecionar, ordenar, classificar ou ainda descrever com detalhes as alternativas disponíveis, considerando múltiplos critérios (COSTA; BELDERRAIN, 2009).

Assim, a tomada de decisão requer um grande esforço para resolver o dilema dos objetivos conflitantes que impede a existência da “solução ótima” e conduz para a “solução de melhor acordo”, e por ser uma questão de elevada complexidade, requer um tratamento qualificado e justifica a utilização de métodos de apoio à decisão em diversas circunstâncias. (LIMA et al., 2014)

Campos (2011) cita que nas últimas décadas, analistas desenvolveram modelos para auxiliar os agentes de decisão na avaliação de projetos, automatizando e racionalizando uma decisão, obtendo um sistema

bem estruturado. Então em vez de lidar com situações imprevisíveis, é possível diagnosticar e solucionar problemas de forma analítica e objetiva.

Para Costa e Belderrain (2009) o surgimento destes métodos de análise permitiu agregar características importantes para a tomada de decisão, além de uma melhor compreensão das dimensões do problema. O método pode ser estruturado levando em consideração as preferências do decisor. Tal recurso não substitui o papel do decisor, mas transforma-se em ferramenta que fornece um embasamento capaz de direcionar para a melhor decisão.

Em função dessa complexidade, os métodos multicritérios de apoio à decisão auxiliam os tomadores de decisão a resolver problemas com objetivos conflitantes. Também dão suporte em toda a análise de escolha de forma mais direta, envolvendo todos os elementos e consequências das ações potenciais. Na prática, a abordagem multicritério proporciona uma melhor adaptação ao contexto decisório permitindo a integração de um grande número de dados e objetivos. Os métodos de multicritérios agregam um valor significativo no processo de decisão trazendo clareza e permitindo a abordagem de problemas complexos não tratáveis por processos intuitivos e usuais (ALMEIDA, 2009).

Com o desenvolvimento da computação, estes métodos veem se aprimorando e se tornando cada vez mais comuns. MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations), ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant la Réalité), AHP (Analytic Hierarchy Process), são exemplos dos mais utilizados diferindo entre si através da maneira pela qual os múltiplos critérios são operacionalizados.

Não é possível determinar qual o melhor método, porém qual método se adéqua a cada tipo de problema. A seleção do modelo a ser aplicado depende inicialmente das características do problema, da preferência do decisor e do tipo de resultado que ele deseja (MOREIRA, 2007).

O item 3.3 descreve o método AHP e discute sua aplicabilidade no presente estudo.

3.3 O ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

Costa e Belderrain (2009) relatam que o Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*) é um dos primeiros e mais utilizados método de apoio multicritério à decisão. Criado em 1980 por Thomas Saaty, este método é aplicado em diversas áreas do conhecimento, dada a sua característica de incorporar em sua análise critérios quantitativos e qualitativos. Ainda segundo os autores, os principais aspectos do AHP são:

- a) o método visa a orientar o processo intuitivo (baseado no conhecimento e na experiência) de tomada de decisão;
- b) ele depende dos julgamentos de especialistas ou dos decisores quando não há informações quantitativas sobre o desempenho de uma variável em função de determinado critério; e,
- c) resulta numa medida global para cada uma das ações potenciais ou alternativas, priorizando-as ou classificando-as.

Segundo Paula e Cerri (2012) o AHP foi bastante aprimorado ao longo do tempo e fundamenta-se na comparação de alternativas de escolha por pares, questionando os elementos que satisfazem a análise e o quanto satisfazem. Tem como propósito organizar os objetivos ou critérios em uma hierarquia, com base na determinação de peso dos critérios por meio de pesquisa direta com especialistas da área. Uma vantagem do AHP é o seu reconhecimento no meio acadêmico e empresarial, representando a técnica mais utilizada atualmente, devido a sua decomposição hierárquica do problema. Isto torna sua compreensão e estruturação mais fáceis, além de representar claramente as preferências dos decisores, principalmente em situações onde predominam restrições qualitativas e o grupo de decisão é composto por pessoas com interesses e visões divergentes.

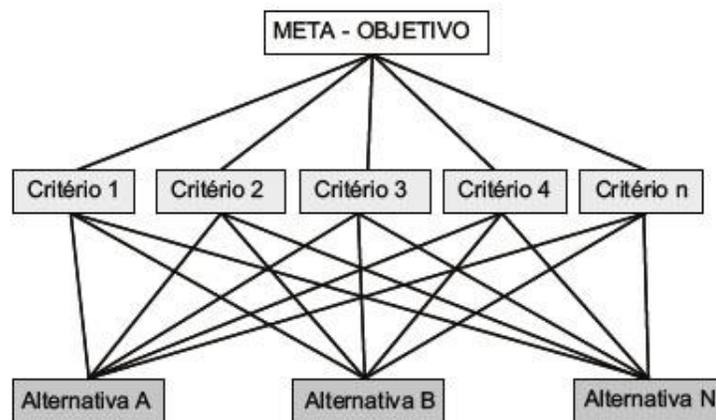
Para Vilas Boas (2006), este método é aplicado para sistematizar uma ampla gama de problemas de decisão nos contextos: econômico, político, social e ambiental. O método tem como vantagens a sua simplicidade, robustez e

capacidade de avaliar fatores qualitativos e quantitativos, sejam eles, tangíveis ou intangíveis. O AHP baseia-se na capacidade humana de usar a informação e a experiência para realizar comparações par a par. Trata-se de uma abordagem flexível que utiliza a lógica aliada à intuição. Sua finalidade é obter julgamentos através de consenso. Seu uso é indicado para problemas que envolvam a priorização de soluções potenciais por meio da avaliação de um conjunto de critérios.

Saaty (1991) traz que, a aplicação do método AHP consiste em seguir ao menos quatro etapas nos níveis descritos na Figura 1, a saber:

- a) Estruturar os objetivos, atributos e alternativas em hierarquias;
- b) Obter os dados do julgamento comparativo de cada par dos fatores de decisão em um determinado nível do grupo, verificando a consistência do julgamento atribuído;
- c) Determinar as prioridades relativas do peso dos atributos de decisão em cada nível ou grupo;
- d) Consolidar todos os pesos, propagando o efeito desses pesos na estrutura até o nível das alternativas. A recomendação da decisão é dada pela classificação das alternativas de decisão, ordenadas relativamente ao objetivo global.

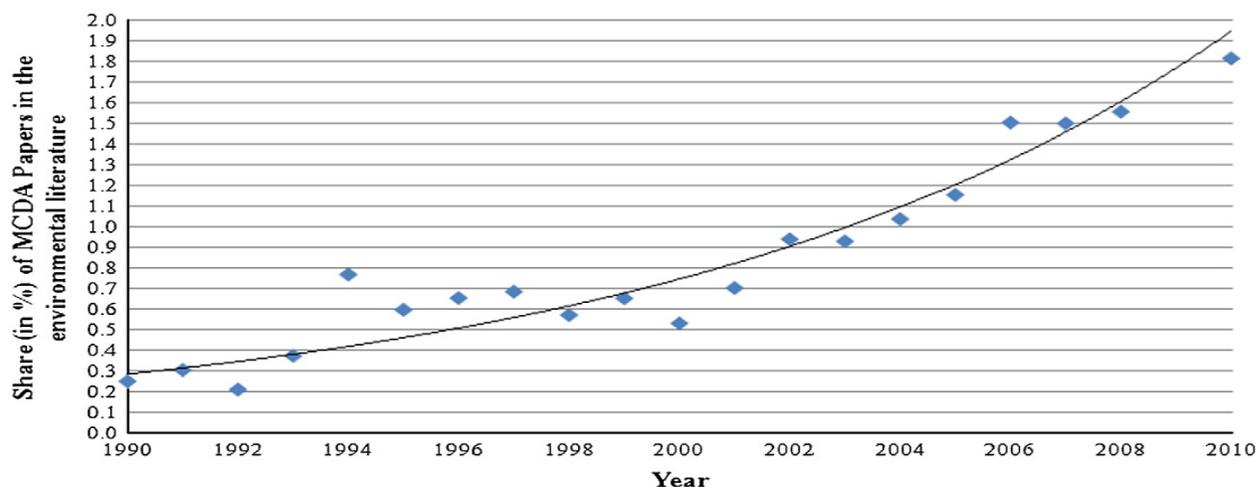
Figura 1 - Estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Adaptado de Costa e Belderrain (2009)

Em artigos avaliando a utilização de métodos de decisão multicritério em publicações na área de Ciências Ambientais, Huang et al. (2011) apresentam resultados do crescimento exponencial destes métodos entre 1990 a 2010 e especialmente, na última década a predominância da utilização do AHP em artigos relacionados a gestão de água e esgoto.

Figura 2 – Crescimento dos métodos de análise multicritério entre 1990 a 2010



Fonte: Huang et al. (2011)

Quadro 3 – Distribuição dos modelos multicritérios na área de Saneamento

Distribuição dos trabalhos utilizando métodos de multicritério e suas aplicações							
Áreas	Temas	AHP	MAUT	PROMETHEE	ELECTRE	TOPSIS	TOTAL
Problemas ambientais	Gestão de águas residuárias	15	5	4	0	0	24
	Qualidade da água / Gestão	4	7	1	2	0	14
	Qualidade do ar / Emissões	0	1	6	0	0	7
	Energia	14	3	4	3	1	25
	Recursos Naturais	7	1	0	0	0	8
Tipos de Intervenção	Stakeholders	16	5	1	2	0	24
	Estratégia	22	12	6	3	2	45
	Manufatura Sustentável / Engenharia	18	2	0	1	2	23
	Remediação / Recuperação	4	5	1	2	0	12
Ferramentas Complementares	Espacial / GIS	24	5	0	0	0	29
	Avaliação de Impacto Ambiental	26	5	2	1	0	34
	TOTAL	150	51	25	14	5	245

Fonte: Adaptado de Huang et al. (2011)

Vaidya e Kumar (2006) também mostram em seu estudo a natureza versátil do método e sua preferência, principalmente em pesquisas realizadas nos Estados Unidos da América.

Pamplona (1999) comparou o método AHP com os métodos: FDA (*Fuzzy Decision Approach*), MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) e ANP (*Analytic Network Process*). Sua conclusão foi que, se o problema de decisão apresentar no máximo nove alternativas e estas forem independentes dos critérios, recomenda-se a utilização do AHP devido às vantagens apresentadas frente aos outros métodos analisados no estudo.

Ancorado na maior ocorrência de utilização na literatura relacionada, aliado a sua consistência, transparência e aplicabilidade prática, o AHP mostra maior similitude do modelo com as características do estudo proposto, justificando sua escolha.

3.3.1 Procedimento Analítico do AHP

Segundo Saaty (1991), um problema de tomada de decisão pode ser interpretado em etapas. No caso do procedimento analítico do AHP, suas etapas serão explicadas de maneira resumida a seguir:

- Definição do objeto de decisão: Nesta etapa é definido o problema a ser estudado.
- Identificação dos decisores: No AHP, as alternativas e os critérios dependem diretamente das informações fornecidas pelos decisores na forma de juízo de valor, então é fundamental que tais decisores sejam identificados.
- Definição das alternativas: As alternativas que forem objetos de avaliação devem ser pesquisadas e suas informações expostas no

processo. Como este estudo limita-se em priorizar critérios, esta etapa não é foco da pesquisa.

- Definição dos critérios e Estruturação Hierárquica: Considerando os interesses do decisor, nesta etapa são definidos os critérios. A estruturação hierárquica destes critérios se dá através da árvore característica deste método.
- Comparação das alternativas em relação aos critérios: Aplica-se a comparação par a par entre as alternativas e cada critério. Esta comparação é pode ser feita por valoração direta das alternativas ou através do juízo verbal do decisor transformado em valor numérico pela escala fundamental do SAATY. Como já exposto anteriormente, esta pesquisa se encerra com a priorização dos critérios, não avançando na avaliação das possíveis alternativas.

Os critérios são organizados na forma de matrizes quadradas, chamadas de matrizes de decisão. Esta matriz é preenchida com os pesos atribuídos pelos especialistas e definem a quantidade de vezes que um critério é mais ou menos importante que os demais. Assim, cada elemento ija do vetor linha da matriz de decisão representa a dominância do critério iA sobre o critério jA . A diagonal principal da matriz é preenchida com o valor 1, dado que os critérios comparados a eles mesmos possuem a mesma importância na escala fundamental.

Neste estudo, a valoração dos critérios foi atribuída livremente pelos especialistas consultados na pesquisa. O especialista ou decisor deve fazer um total de $n(n-1)/2$ comparações, sendo n o número de critérios analisados. A matriz de decisão é dada por ija , com $i, j1,2,...,n$ e é recíproca positiva, ou seja $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Figura 3 - Formato da matriz de decisão

1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
$1/a_{12}$	1	a_{23}	...	a_{2n}
$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	...	$1/a_{3n}$
...
$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$...	1

Fonte: Do autor

- **Determinação da Importância Relativa dos Critérios:** São atribuídos pesos aos critérios para o cálculo da importância Relativa. Esta comparação par a par ocorre de acordo com a preferência do decisor e com a Escala Fundamental. Estes coeficientes de prioridade representam o quanto um critério é dominante perante aos outros.
- **Obtenção do Vetor de Prioridades:** Com a organização das comparações em matrizes, o vetor de Prioridade Relativa pode ser calculado para cada critério de acordo com os pesos atribuídos por cada especialista.

A resolução da matriz de decisão resulta no auto-vetor de prioridade, que expressa a prioridade relativa de cada critério. Faz-se a normalização dos pesos para posterior cálculo da média aritmética dos pesos já normalizados de cada critério.

- **Análise de Consistência:** O desempenho dos critérios é dado pelo vetor de prioridades. Exemplificando verifica-se que, em uma matriz de três critérios: a , b e c . Tem-se que o critério a é 3 vezes preferível ao critério b . Ainda sabe-se que o critério b é 5 vezes preferível ao critério c . Logo, seria lógico que o critério a fosse 15 vezes preferível ao critério c . No entanto, a escala fundamental tem valor máximo de 9. Então a inconsistência surge quando algumas opiniões da matriz de comparação se contradizem com outras. Por

isso, é importante verificar a consistência das opiniões efetuando uma série de cálculos que validam ou não da matriz de comparação. Os procedimentos para o cálculo da Relação de Consistência (RC) e o Índice de Consistência (IC) são:

- Para cada linha da matriz de comparação determinar a soma ponderada, com base na soma do produto de cada valor da mesma pela prioridade da alternativa correspondente;
- Depois os resultados obtidos deverão ser divididos pelos vetores da respectiva matriz;
- Fazendo uma média dos resultados de cada linha (Vetor consistência), obtem-se λ_{max} ;
- O cálculo do Índice de Consistência (IC) dá-se por meio da fórmula:

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$
- Para calcular o RC basta dividir o IC pelo índice de Inconsistência Aleatória Média (IAM), uma constante cujo valor dependerá da dimensão da matriz que está sendo analisada e assim resulta na Relação de Consistência (RC). A Quadro 4 apresenta os Índices de Inconsistência Aleatória.
- Para o AHP, é desejável que a RC de qualquer matriz de comparação seja menor ou igual a 0,20. Este procedimento deve ser aplicado para cada uma das matrizes de decisão. (SAATY, 1991)

Quadro 4 – Índice de Inconsistência Aleatória

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inconsistência Aleatória Média	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: (Costa, 2006)

Sua importância se dá na compreensão da abrangência e das limitações do problema por parte do decisor. O decisor pode ter emitido os juízos de maneira apressada ou sem a devida segurança.

Para esta análise, podem-se alterar os pesos dos critérios ou a quantidade de critérios, por exemplo. Analisando o comportamento do modelo, ele pode ser validado ou então alterado em alguma etapa. Nesta circunstância é importante avaliar quão influente será a alternativa escolhida quanto às alterações nos juízos do decisor.

3.3.2 Agregação dos dados, AIP e AIJ

Salgado (2008) relata que os decisores podem julgar os critérios a eles apresentados de forma individual ou interagirem para chegar a um consenso. Então mesmo que cada decisor esteja avaliando os mesmos critérios com pesos diferentes, pode-se obter os pesos de forma consensual para o grupo com discussões abertas. Outra forma de processar os dados é deixar cada decisor analisar o problema separadamente, de acordo com suas intenções específicas, para depois agregar estas informações.

Segundo Forman e Peniwati (1998), o comportamento dos consultados que determinará como os dados serão agregados. Se o grupo de decisores atua unido, utiliza-se um procedimento do AHP conhecido como Agregação Individual de Julgamentos (AIJ). Se o grupo atua individualmente, existe a Agregação Individual de Prioridades (AIP).

Ainda segundo os autores, a agregação pelo procedimento AIJ acontece quando um grupo de decisores deseja acima de tudo o bem comum, a despeito de suas próprias referências, valores ou objetivos. O grupo então passa a se comportar como um novo indivíduo, mostrando sinergia na agregação dos julgamentos individuais.

Quando o grupo decisor não apresenta entrosamento nem objetivos comuns, a tendência é agir de acordo com as preferências individuais de cada consultado, sendo utopia a definição de consenso dentro do grupo. Neste caso,

considera-se a análise de decisão de cada indivíduo separadamente e o procedimento adequado para agregação de valores é o AIP. (SALGADO, 2008)

3.4 O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS)

O SNIS é um grande sistema de informações do saneamento brasileiro. Possui a maior e mais importante base de dados com indicadores sobre os serviços de água, esgoto e manejo de resíduos sólidos urbanos, estes dados são publicados em seus Diagnósticos Anuais. (BRASIL, 2012)

Sua criação se deu em 1994 pelo Governo Federal, com a intenção de coletar dados das empresas estaduais e de algumas municipais de água e esgoto. Ano após ano o sistema se aprimora e em 2013 abrangeu todo o país se tornando o maior sistema de informações da América Latina. No ano de 2003 foi criado o componente “resíduos sólidos urbanos” com dados coletados em 2002. O SNIS é vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental e por consequência, ao Ministério das Cidades.

Suas informações são fornecidas pelas próprias operadoras dos serviços de saneamento e passam por análises de consistência realizadas pela equipe técnica do setor. No ano de 2013 foram calculados 84 indicadores referentes à água e esgoto e mais 47 referentes ao manejo de resíduos sólidos. Estes indicadores foram separados em operacionais, financeiros e de qualidade dos serviços prestados. (BRASIL, 2012)

Segundo Costa et al. (2013), as maiores críticas ao SNIS estão fundamentadas no processo de obtenção dos dados que por serem autodeclarados pelas companhias, levantam questionamentos sobre sua confiabilidade e ressaltam também a defasagem de aproximadamente dois anos entre o ano de ocorrência e a divulgação dos dados.

3.5 INDICADORES E ÍNDICES DE DESEMPENHO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO

Um dos objetivos deste estudo é escolher um número reduzido de critérios para a avaliação dos modelos de gestão. Para que esta escolha fosse significativa, foi necessário um estudo aprofundado do diagnóstico publicado anualmente pelo SNIS, sua versão mais atual é do ano de 2013.

Os dados fornecidos pelo diagnóstico SNIS 2013 são básicos e isoladamente não são representativos para uma ideal avaliação dos modelos de gestão. Dos nove critérios propostos, apenas três foram extraídos prontos do SNIS, Índice de Perdas, Índice de Esgoto tratado e o Valor da Tarifa Média Praticada, seis foram frutos de combinações de outros indicadores. A construção destes critérios será explicada com detalhes no tópico 4.2 deste estudo.

Costa et al. (2013) afirma que a maior parte dos indicadores escolhidos neste estudo são considerados como os mais relevantes para a atividade de regulação, figurando frequentemente na pauta de discussões do Grupo de Indicadores estabelecido no âmbito da Câmara Técnica de Saneamento da Associação Brasileira de Agências Reguladoras no ano de 2013.

Alegre et al. (2006) também cita os índices aqui trabalhados no “Manual de boas práticas: indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água”, referências publicadas pela *International Water Association - IWA*.

Heller (2012) aplica metodologia semelhante construindo índices para a avaliação dos modelos de gestão em empresas de água e esgoto. Em seu estudo, o autor afirma que selecionou apenas dados de natureza quantitativa já que aplica modelos estatísticos onde não caberiam variáveis de características qualitativas.

Heller, P.; Von Sperling; Heller, L.; (2009) sugerem que pesquisas avaliando critérios como, regulação dos serviços de saneamento e mecanismos

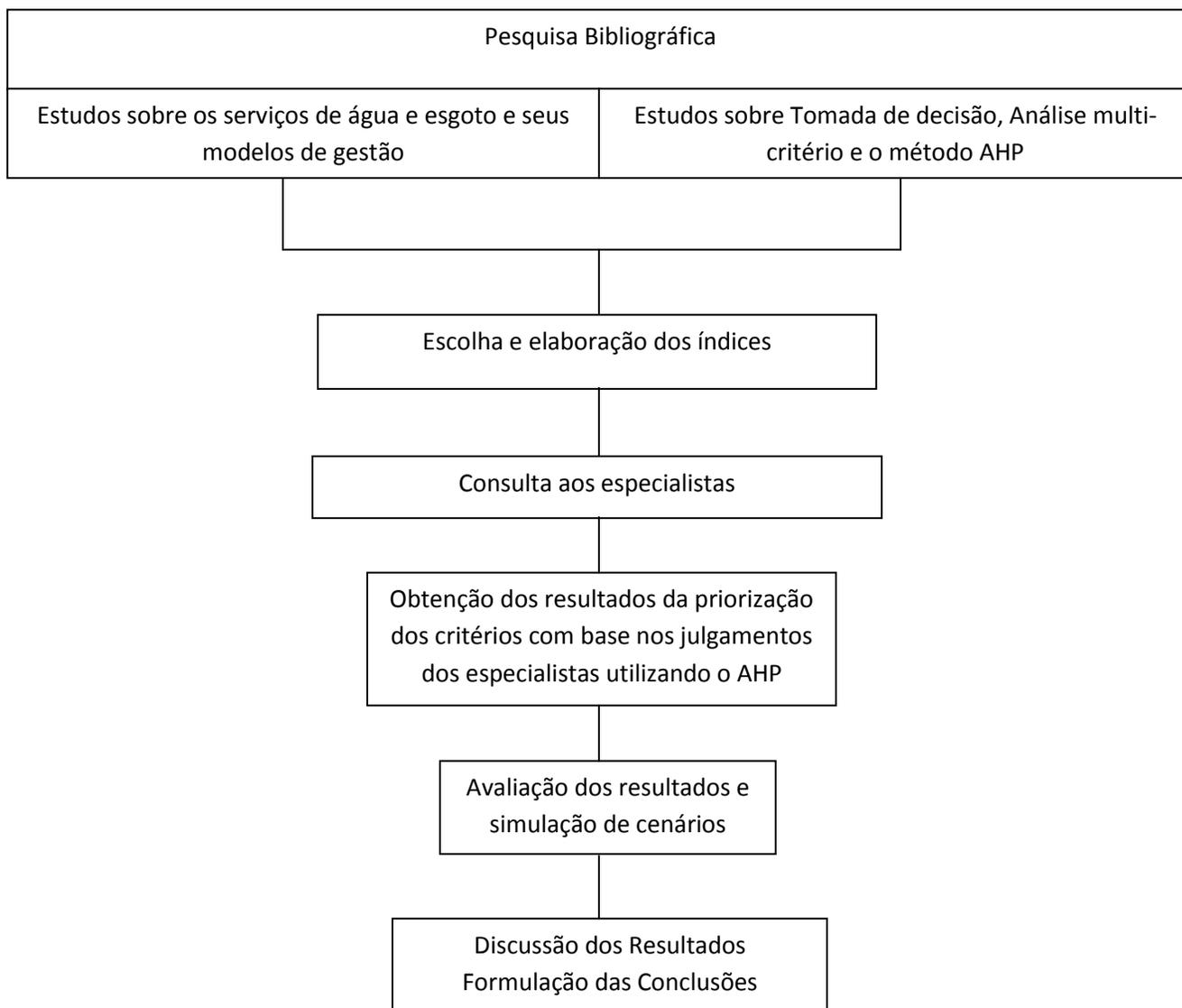
de controle social seriam de suma importância para o cumprimento destes termos prescritos na lei 11.445 de 2007.

Além da análise na base de dados do SNIS, a pesquisa contempla um comparativo entre três cidades de características semelhantes porem com diferentes modelos de gestão em suas empresas de saneamento: Limeira, Poços de Caldas e Varginha.

4 METODOLOGIA

A Figura 4 apresenta o fluxograma referente ao percurso metodológico adotado na pesquisa.

Figura 4 - Fluxograma do percurso metodológico



Fonte: Do autor

Esta é uma pesquisa qualitativa, de campo com suporte bibliográfico. Possui objetivo descritivo e natureza científica original.

4.1 SELEÇÃO DOS MODELOS DE GESTÃO COMO ALTERNATIVAS PARA A DECISÃO

Para a escolha dos três modelos de gestão apresentados por este estudo como opção foram avaliados os dados apresentados pelo SNIS (2013).

A tabulação destes números foi feita utilizando o programa *Excel* através de planilha específica.

4.2 SELEÇÃO E CONSTRUÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA O PROCESSO DE DECISÃO

Um grande volume de dados primários sobre as empresas de saneamento é disponibilizado em estudos acadêmicos. Tem-se como exemplo maior o SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Estes dados analisados individualmente, pouco contribuem no processo de tomada de decisão. O tratamento e posterior agrupamento em índices são ações propostas por este estudo para a aplicação do método multi-critério.

Segundo Bellen (2007), índice pode ser conceituado como sendo o resultado da combinação de diversas variáveis ou parâmetros em um único valor e tem como fundamental característica, fornecer uma visão ampla da situação.

Murback et al. (2007), afirma que a construção de índices constitui um recurso cada vez mais utilizado para o monitoramento e comparação de determinados fenômenos ou aspectos da realidade. Por intermédio deles

podemos expressar de forma sintética uma dada situação observada empiricamente. Também destaca que além da capacidade de síntese e a possibilidade de monitorar mudanças ao longo do tempo, os índices podem propiciar comparações entre diversos elementos de um conjunto ou entre diferentes dimensões de um mesmo elemento.

Para o alcance dos índices propostos, é necessário seguir um fluxo de informações: Inicialmente analisar os dados primários, filtrar os dados secundários, traçar os indicadores e conseqüentemente atingir os índices propostos. A Figura 5 mostra a pirâmide de informações, segundo Bellen (2007):

Figura 5 - Pirâmide de informações



Fonte: Bellen (2007)

Para a criação de um sistema de índices que atinjam os objetivos pretendidos, Bellen (2007) estabelece algumas características básicas:

- Ter clareza nos dados;
- Ter qualidade e precisão nas informações;
- Medir ao longo do tempo;
- Estabelecer comparações com diferentes locais;
- Estabelecer um padrão normativo;
- Ser de fácil compreensão;
- Ter validade e estabilidade;
- Expressar características essenciais e mudanças esperadas;
- Ter amplitude e diversidade;

- Ser independente;
- Ser confiável;
- Ser de fácil obtenção.

Seguindo este raciocínio, foram estabelecidos os critérios representativos dividindo-os em três dimensões:

- 1) Dimensão Técnico-Operacional:** Índice de perdas na distribuição, Índice de qualidade e Índice de esgoto tratado.
- 2) Dimensão Econômico-Financeira:** Índice de liquidez corrente, Índice de lucratividade por usuário e Índice de retorno sobre patrimônio líquido.
- 3) Dimensão de Regulação e Controle Social:** Valor da tarifa média praticada, Índice de participação social e Índice de qualidade da regulação.

A seguir apresentam-se os índices e indicadores e dados primários estabelecidos para cada uma das dimensões em estudo.

1) Dimensão Técnico-Operacional:

Índice de perdas na distribuição: Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária ABES (2013), um dos principais indicadores de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água é o índice de perdas.

O cenário brasileiro de perdas de água no setor de saneamento é bastante problemático. A média brasileira de perdas de água é de aproximadamente 40% (incluindo perdas reais e aparentes), mas em algumas empresas de saneamento essas perdas superam 60%. O elevado índice de perdas de água reduz o faturamento das empresas e, conseqüentemente, sua capacidade de investir e obter financiamentos. Além disso, gera danos ao meio-ambiente na medida em que obriga as empresas de saneamento a buscar novos mananciais.

É calculado através da divisão da diferença dos volumes de água produzido e consumido pelo volume de água produzido.

$$\frac{\text{Volume de água produzido} - \text{Volume de água consumido}}{\text{Volume de água produzido}}$$

Volume de água produzido

Índice de qualidade: Este índice tem a intenção de avaliar a garantia de que a água consumida pela população atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente. Avaliar e prevenir os possíveis riscos que os sistemas de abastecimento de água podem representar à população abastecida.

Será calculado através da soma das incidências de análises fora do padrão de Cloro residual, Turbidez e Coliformes Totais. É importante ressaltar que mesmo que ocorra uma sobreposição de amostras, elas serão consideradas individualmente, pois são analisadas como padrões distintos.

Assim sendo: Incidência das Análises de Cloro Residual Fora do Padrão + Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão + Incidência das Análises de Coliformes Totais Fora do Padrão, ou seja:

$$\frac{\text{Quantidade de Amostras para Análises de Cloro Residual com Resultado fora do Padrão}}{\text{Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Cloro Residual}}$$

+

$$\frac{\text{Quantidade de Amostras para Análises de Turbidez com Resultado Fora do Padrão}}{\text{Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Turbidez}}$$

Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Turbidez

+

$$\frac{\text{Quantidade da Amostras para Análises de Coliformes Totais com Resultados Fora do Padrão}}{\text{Quantidade de Amostra Analisadas para Aferição de Coliformes Totais}}$$

Quantidade de Amostra Analisadas para Aferição de Coliformes Totais

Índice de esgoto tratado: Segundo SNIS(2012), tratamento de esgoto é a combinação de processos físicos, químicos e biológicos com o objetivo de reduzir a carga orgânica existente no esgoto sanitário. Pode ser dividido em

4 etapas principais - preliminar, primária, secundária e terciária – sucessivas e complementares nas quais o efluente é progressivamente tratado antes de ser lançado em um corpo d'água.

Este índice Indicará a cobertura/defasagem existente relativa ao serviço de tratamento de esgoto nos municípios estudados e será calculado como mostra a fórmula a seguir:

$$\frac{\text{Volume do esgoto tratado} \times \text{Eficiência}}{\text{Volume de esgoto coletado}}$$

2) Dimensão Econômico-Financeira:

Índice de liquidez corrente: Segundo Hoji (2004) este índice é considerado o melhor indicador da capacidade de pagamento da empresa. Ele dá-se através da divisão do ativo circulante pelo passivo circulante. Ativo circulante é o total de bens e direitos que se convertem em dinheiro a curto prazo, ou seja, até o final do exercício social seguinte. Passivo circulante são as obrigações exigíveis a curto prazo, isto é, até o final do exercício social seguinte.

$$\frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$$

Índice de lucratividade por usuário: Segundo o SNIS (2012), lucratividade líquida é o valor anual do resultado líquido do exercício (lucro ou prejuízo), depois de deduzido o resultado não operacional, o imposto de renda e a contribuição social, sem deduzir as despesas de depreciação. Este indicador, dividido pelo número de ligações dará a lucratividade por usuário.

$$\frac{\text{Lucratividade líquida}}{\text{Número de usuários}}$$

Índice de retorno sobre patrimônio líquido: Este indicador mede o retorno contábil obtido com o investimento do capital próprio. Hoji (2004) traz que o RSPL tem um elevado grau de utilidade. É uma medida relevante do retorno do investimento de uma empresa.

É calculado pela divisão da lucratividade líquida, pela diferença do patrimônio líquido e lucro líquido.

$$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido} - \text{Lucro Líquido}}$$

3) Dimensão de Regulação e Controle Social:

Valor da tarifa média praticada: Indicador *IN004* do SNIS. Trata de dividir a receita operacional pelo volume total faturado.

$$\frac{\text{Receita operacional (água+esgoto)}}{\text{Volume total faturado (água+esgoto)}}$$

Índice de participação social: Seguindo o pensamento adotado para a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento (BRASIL, 2011) este índice busca avaliar a participação popular na gestão das empresas de saneamento. Algumas perguntas devem ser consideradas para a pontuação deste índice qualitativo:

A comunidade recebe informação? A comunidade é consultada? A comunidade opina, participa e controla o processo de gestão?

Índice de qualidade da regulação: Este índice tem característica qualitativa e sua intenção é avaliar o atendimento aos critérios impostos pelas normas regulatórias. As agências reguladoras possuem os objetivos de fiscalizar

a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, editar normas técnicas, econômicas e sociais, incluindo o regime tarifário. Estas normas devem ser respeitadas pelas companhias e orientar a todos os interessados garantindo a participação popular no processo de gestão.

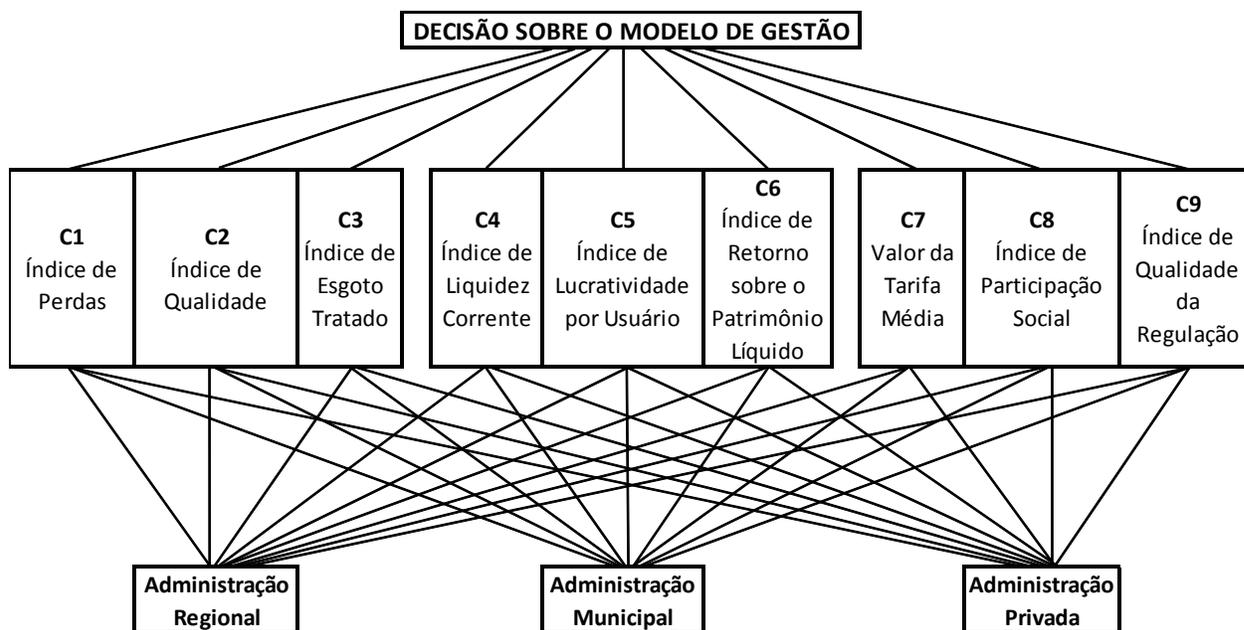
Para o cálculo deste índice serão avaliados dois indicadores extraídos da lei 11.445/07:

Atendimento às diretrizes da agência reguladora e atendimento às diretrizes do plano municipal de saneamento.

4.3 ESTRUTURAÇÃO DA MATRIZ DE DECISÃO PELO AHP

Mesmo a avaliação dos modelos de gestão como alternativas não ser objetivo do estudo, a Figura 6 traz a estrutura hierárquica do método AHP por completo.

Figura 6 - Estruturação Hierárquica para escolha do modelo de gestão



Fonte: Do autor

Eleitos os critérios, faz-se necessária a atribuição de pesos para o cálculo de suas prioridades.

Para a aplicação do método estes dados são dispostos em uma matriz quadrada chamada de “matriz de critérios” aonde as comparações e atribuições de valores representam o grau de dominância de cada critério sobre o outro. É importante frisar que a matriz de critérios é recíproca positiva já que as comparações são inversamente proporcionais.

Paula e Cerri (2012) descrevem que, por meio de comparações aos pares em cada nível de hierarquia, os participantes (especialistas) atribuem pesos aos critérios para diferenciar a importância relativa de cada elemento. As comparações pareadas são realizadas com base em uma escala de prioridades padrão, própria do Processo Analítico Hierárquico (Quadro 5).

Quadro 5 - Escala Fundamental de Saaty: Valoração das análises paritárias entre critérios.

Escala de julgamento de importância no método AHP		
Valores Numéricos	Termos Verbais	Explicação
1	Igual importância	Os dois índices contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderadamente mais importante	Experiência e julgamento favorecem levemente um índice em relação ao outro
5	Fortemente mais importante	Experiência e julgamento favorecem fortemente um índice em relação ao outro
7	Muito fortemente importante	Critério fortemente favorecido em relação ao outro e sua dominância é demonstrada na prática
9	Extremamente mais importante	A evidência favorece uma alternativa em relação a outra, com grau de certeza mais elevado

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

4.4 VALIDAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE PESOS AOS CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PELOS ESPECIALISTAS

A construção da hierarquia requer experiência e conhecimento do tema técnico-científico referente ao problema, portanto consultas a especialistas serão realizadas e pesos para cada critério serão atribuídos.

A consulta foi realizada com auxílio de um site específico para elaboração de pesquisas, chamado onilnepesquisa.com, por meio do link <<https://www.onlinepesquisa.com/s/6ce1a8b>>. Este link foi enviado individualmente aos participantes pelo correio eletrônico juntamente com o convite para a participação. Esta coleta de dados aconteceu entre 15 de agosto de 2015 e 15 de outubro de 2015, ou seja, dois meses de pesquisa.

A pesquisa enviada, primeiro apresentava um texto explicativo sobre a técnica AHP seguido por um pequeno guia de como deveria ser respondida. A seguir foram apresentados os critérios a serem julgados para validação e ponderação dos especialistas. Os participantes então, atribuíram os pesos que consideraram correspondentes aos seus julgamentos. Esse julgamento foi auxiliado pela tabela de escala fundamental que acompanhou o formulário enviado via correio eletrônico. Cabe dizer, que o questionário trazia um termo de consentimento que deveria ser obrigatoriamente preenchido pelo destinatário. A pesquisa também permitia que as respostas fossem interrompidas a qualquer momento, dando total liberdade de resposta ao especialista consultado.

Para uma participação representativa e igualitária dos diversos atores envolvidos na área dos serviços de água e esgoto, foi proposto o seguinte agrupamento de especialistas:

1) Três Especialistas da regulação, suporte técnico e financiamento:

Especialista I: Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos e mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Atualmente, é pesquisador técnico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Especialista II: Engenheira civil graduada pela Universidade de Brasília. Especialista em recursos hídricos com foco em despoluição de bacias hidrográficas e tratamento de esgotos urbanos. Servidora pública da ANA – Agência Nacional de Águas, ocupando o cargo de coordenadora. Participou da redação do Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015.

Especialista III: Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará, mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo e doutorado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo. É analista de regulação da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará.

2) Três Especialistas da academia com notória atuação e produção científica na área de gestão dos serviços de água e esgoto:

Especialista IV: Professor titular da Universidade de São Paulo, com mais de 40 anos de vivência na área de saneamento. Orientador de dezenas de teses de doutorado, mestrado e um grande número de publicações de artigos em periódicos nacionais e internacionais. Tem experiência no exterior e na direção de empresas de saneamento.

Especialista V: Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil (Hidráulica e Saneamento) pela Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP. Realizou estágios de Pós-Doutorado na Universidad Politécnica de Madrid - UPM e na Universidad Autónoma de Barcelona - UAB. Professor Titular da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

Especialista VI: Graduado em Engenharia Civil, mestrado e doutorado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). Professor adjunto IV da Universidade Federal de Goiás. Docente do Programa de Pós Graduação da Engenharia do Meio Ambiente da EEC/UFG e do programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais.

3) Três gestores técnicos vinculados a empresas de saneamento:

Especialista VII: Engenheiro Civil. Ocupou o cargo de gerente de Engenharia e Operações do Departamento Municipal de Água e Esgoto – Poços de Caldas por mais de duas décadas.

Especialista VIII: Sanitarista Ambiental pelo CESET Centro Superior de Educação e Tecnologia. Servidor da Odebrecht Ambiental como supervisor da área de abastecimento da cidade de Limeira.

Especialista IX: Engenheira Civil pela UFMG. Analista administrativo distrital da COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Varginha.

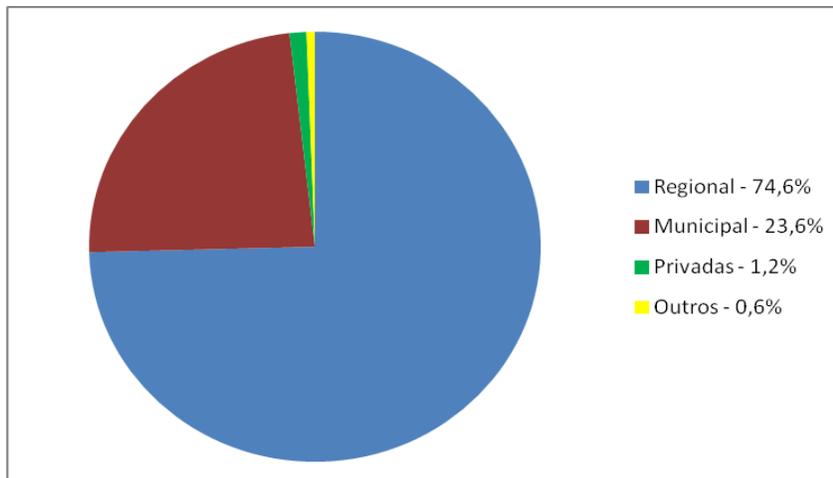
Os especialistas foram caracterizados por números evitando assim qualquer constrangimento com a divulgação dos seus nomes. Os números foram atribuídos de acordo com a ordem em que responderam.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ESCOLHA DOS MODELOS DE GESTÃO ESTUDADOS

O SNIS (2013) apresenta dados de 5378 municípios divididos em 5 diferentes modelos de gestão: Prestadores de Serviços de Abrangência Regional, Prestadores de Serviços de Abrangência Microrregional, Prestadores de Serviços de Abrangência Local de Direito Público (Municipais), Prestadores de Serviços de Abrangência Local de Direito Privado com Administração Pública e Prestadores de Serviços de Abrangência Local de Direito Privado (Empresa Privada).

Gráfico 1 - Distribuição dos modelos de gestão no Brasil



Fonte: Do autor

O gráfico 1 deixa clara uma expressiva concentração de municípios em três modelos de gestão: 74,6% dos municípios possuem empresas de saneamento administradas por empresas regionais, 23,6% administradas por empresas municipais e 1,2% por empresas privadas.

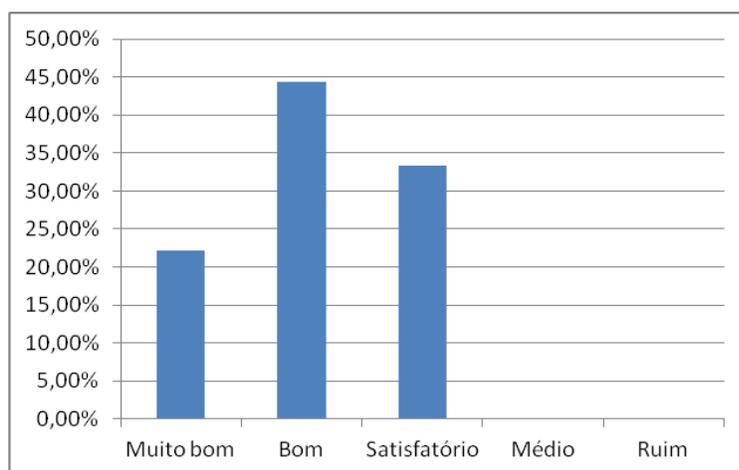
A soma dos percentuais destes três modelos representa 99,4% dos municípios brasileiros, justificando este estudo desconsiderar os modelos de Abrangência Local de Direito Privado com Administração Pública e os modelos de Abrangência Microregional.

5.2 VALIDAÇÃO DOS CRITÉRIOS APRESENTADOS NESTE ESTUDO

Uma das perguntas enviadas aos nove especialistas questiona a qualidade dos índices apresentados pelo estudo. As opções de resposta eram: Muito bom, Bom, Satisfatório, Médio ou Ruim.

Todos os nove especialistas responderam a esta questão e as respostas ficaram assim distribuídas: 2 (22,2%) responderam Muito Bom, 4 (44,4%) responderam bom e 3 (33,3%) entenderam ser satisfatórios os índices propostos. Nenhum especialista assinalou as respostas Médio ou Ruim conforme mostra o Gráfico 2:

Gráfico 2 - Resposta dos especialistas sobre a qualidade dos índices



Fonte: Do autor

A pergunta subsequente teve a finalidade de validação dos critérios. Questiona se o especialista acredita que os índices apresentados são suficientes para avaliação de modelos de gestão e uma pergunta conjugada pede sugestões para novos índices que poderiam ser acrescentados ao estudo.

Segue análise dos comentários colocados pelos consultados:

Especialista I: Não considera suficiente e questiona a confiabilidade dos dados que serão utilizados na aplicação prática do método, já que estes dados são declarados pelas próprias empresas. Sugere que o índice de perdas seja dividido em perdas Aparentes e Físicas, avaliando-os como critérios distintos. Propõe também relacionar o trabalho com a “Regulação Sunshine”, que é um sistema de avaliação de desempenho fundamentado na divulgação pública dos resultados de serviços, atribuindo números e cores para determinadas faixas de satisfação.

Especialista II: Sugere a inclusão dos índices: Investimentos em serviços e infraestrutura e retorno financeiro do investimento.

Especialista III: Elogia os índices apresentados mas comenta a falta de índices de cobertura e atendimento.

Especialista IV: Acredita que os índices são adequados e possuem importâncias semelhantes.

Especialista V: Responde que os índices apresentados não são suficientes. Sugere vários outros índices como: consumo de água per capta, custo de energia por volume abastecido, despesas com pessoal e grau de satisfação da população atendida.

Especialista VI: Relata que achou confusa a forma de avaliação par a par proposta pelo estudo. Não sugere a inclusão de nenhum novo índice.

Especialista VII: Comenta que os índices foram bem elaborados e sugere a inclusão dos critérios de Micro e Macromedição além do índice de produtividade de pessoal.

Especialista VIII: Traz elogios aos índices propostos e suas definições.

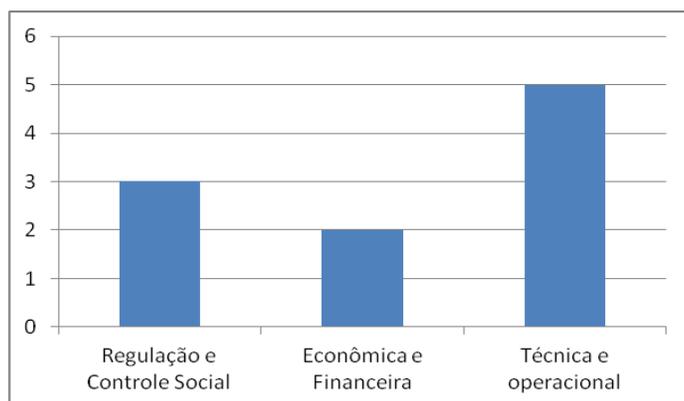
Especialista IX: Afirma que os índices são suficientes para avaliação de modelos de gestão no Saneamento. Não propõe a inclusão de nenhum novo índice.

Dois dos nove especialistas afirmaram que os índices não são suficientes para a avaliação proposta. Um consultado critica a forma de obtenção das respostas e sua complexidade. Os outros seis especialistas comentam e aprovam a suficiência dos critérios propostos, indicando ou não, novos critérios para avaliação.

Como já apresentado no tópico 4.2 deste estudo, os critérios foram divididos em três dimensões: técnica e operacional, econômica e financeira e a dimensão de regulação e controle social. Este fato não foi apresentado aos consultados na avaliação e os critérios foram analisados individualmente. Estas dimensões poderiam ser inseridas na estrutura do modelo para comparação par a par como um novo grau hierárquico, porém preferiu-se fazer uma avaliação direta de cada uma delas através de uma pergunta específica da pesquisa. A questão apresenta as três dimensões e pede para que o consultado assinale a sua prioritária.

Todos os especialistas responderam, sendo que um dos consultados respondeu assinalando duas alternativas. Mesmo com este ocorrido, o resultado traz antecipadamente a preferência pela dimensão técnica e operacional como mostra o gráfico 3.

Gráfico 3 - Priorização das dimensões pelos especialistas



Fonte: Do autor

5.3 COMPARAÇÃO PAR A PAR GERAL

A comparação par a par necessária para aplicação do AHP foi apresentada na forma de tabela. O consultado apenas marca o quanto considera o critério 1 mais ou menos importante que o critério 2.

Estas respostas recebidas dos especialistas foram tabuladas e seus dados trabalhados em planilhas do programa Excel concebidas especificamente para este estudo.

Todos os especialistas consultados responderam o questionário após lerem e concordarem com o termo de consentimento livre e esclarecido.

A Figura 7 mostra o resultado bruto de todos os especialistas para posterior aplicação do método AHP. A consistência de todos os questionários foi calculada e validada dentro dos padrões de tolerância do método. O Quadro 6 traz um exemplo da aplicação do método e seu respectivo cálculo de consistência. Todas as planilhas de cálculo estão apresentadas individualmente no Apêndice B deste trabalho.

Figura 7 - Respostas da comparação par a par pelos especialistas

esquerda	Absoluta		Muito Grande		Grande		Pequena		Igual 1		Pequena		Grande		Muito Grande		Absoluta		direita
	9	(1)	7	(2)	5	(3)	3	(4)	1	(5)	3	(6)	5	(7)	7	(8)	9	(9)	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	
Índice de perdas	-	-	-	-	-	-	1x	11,11	1x	11,11	2x	22,22	3x	33,33	2x	22,22	-	-	Índice de Qualidade
Índice de perdas	-	-	-	-	1x	11,11	1x	11,11	3x	33,33	1x	11,11	3x	33,33	-	-	-	-	Índice de Esgoto tratado
Índice de perdas	-	-	3x	33,33	1x	11,11	2x	22,22	1x	11,11	1x	11,11	1x	11,11	-	-	-	-	Liquidez Imediata
Índice de perdas	-	-	4x	44,44	-	-	1x	11,11	3x	33,33	-	-	-	-	1x	11,11	-	-	Lucratividade por usuá...
Índice de perdas	-	-	4x	44,44	1x	11,11	1x	11,11	2x	22,22	-	-	1x	11,11	-	-	-	-	Rentabilidade sobre p...
Índice de perdas	-	-	1x	11,11	3x	33,33	1x	11,11	1x	11,11	2x	22,22	1x	11,11	-	-	-	-	Valor da H2O
Índice de perdas	-	-	-	-	2x	22,22	2x	22,22	3x	33,33	1x	11,11	-	-	1x	11,11	-	-	Participação social
Índice de perdas	-	-	2x	22,22	2x	22,22	-	-	1x	11,11	2x	22,22	1x	11,11	1x	11,11	-	-	Conformidade ao mar...
Índice de Qualidade	1x	11,11	1x	11,11	-	-	1x	11,11	3x	33,33	2x	22,22	-	-	1x	11,11	-	-	Índice de Esgoto tratado
Índice de Qualidade	-	-	5x	55,56	-	-	1x	11,11	2x	22,22	1x	11,11	-	-	-	-	-	-	Liquidez Imediata
Índice de Qualidade	-	-	4x	44,44	-	-	1x	11,11	3x	33,33	-	-	1x	11,11	-	-	-	-	Lucratividade por usuá...
Índice de Qualidade	-	-	3x	33,33	3x	33,33	-	-	2x	22,22	-	-	1x	11,11	-	-	-	-	Rentabilidade sobre p...
Índice de Qualidade	-	-	2x	22,22	2x	22,22	3x	33,33	1x	11,11	1x	11,11	-	-	-	-	-	-	Valor da H2O
Índice de Qualidade	-	-	2x	22,22	-	-	2x	22,22	3x	33,33	1x	11,11	-	-	1x	11,11	-	-	Participação social
Índice de Qualidade	-	-	2x	22,22	-	-	3x	33,33	2x	22,22	1x	11,11	-	-	1x	11,11	-	-	Conformidade ao mar...
Índice de Esgoto tratado	-	-	3x	33,33	1x	11,11	3x	33,33	1x	11,11	1x	11,11	-	-	-	-	-	-	Liquidez Imediata
Índice de Esgoto tratado	-	-	2x	22,22	1x	11,11	2x	22,22	4x	44,44	-	-	-	-	-	-	-	-	Lucratividade por usuá...
Índice de Esgoto tratado	-	-	2x	22,22	2x	22,22	2x	22,22	3x	33,33	-	-	-	-	-	-	-	-	Rentabilidade sobre p...
Índice de Esgoto tratado	-	-	1x	11,11	-	-	3x	33,33	2x	22,22	1x	11,11	2x	22,22	-	-	-	-	Valor da H2O
Índice de Esgoto tratado	-	-	-	-	1x	11,11	3x	33,33	3x	33,33	1x	11,11	-	-	1x	11,11	-	-	Participação social
Índice de Esgoto tratado	-	-	-	-	1x	11,11	2x	22,22	4x	44,44	1x	11,11	-	-	1x	11,11	-	-	Conformidade ao mar...
Liquidez Imediata	-	-	1x	11,11	2x	22,22	-	-	4x	44,44	1x	11,11	-	-	1x	11,11	-	-	Lucratividade por usuá...
Liquidez Imediata	-	-	1x	11,11	2x	22,22	1x	11,11	4x	44,44	-	-	-	-	1x	11,11	-	-	Rentabilidade sobre p...
Liquidez Imediata	-	-	-	-	1x	11,11	3x	33,33	1x	11,11	-	-	3x	33,33	1x	11,11	-	-	Valor da H2O
Liquidez Imediata	-	-	-	-	1x	11,11	2x	22,22	2x	22,22	1x	11,11	1x	11,11	1x	11,11	1x	11,11	Participação social
Liquidez Imediata	-	-	-	-	1x	11,11	1x	11,11	3x	33,33	1x	11,11	1x	11,11	1x	11,11	1x	11,11	Conformidade ao mar...
Lucratividade por usuá...	-	-	1x	11,11	1x	11,11	2x	22,22	4x	44,44	-	-	-	-	1x	11,11	-	-	Rentabilidade sobre p...
Lucratividade por usuá...	1x	11,11	-	-	-	-	2x	22,22	3x	33,33	-	-	2x	22,22	1x	11,11	-	-	Valor da H2O
Lucratividade por usuá...	-	-	-	-	3x	33,33	2x	22,22	1x	11,11	-	-	-	-	3x	33,33	-	-	Participação social
Lucratividade por usuá...	-	-	-	-	2x	22,22	1x	11,11	3x	33,33	1x	11,11	-	-	2x	22,22	-	-	Conformidade ao mar...
Rentabilidade sobre p...	-	-	-	-	-	-	2x	22,22	2x	22,22	-	-	3x	33,33	2x	22,22	-	-	Valor da H2O
Rentabilidade sobre p...	-	-	1x	11,11	2x	22,22	1x	11,11	1x	11,11	1x	11,11	-	-	3x	33,33	-	-	Participação social
Rentabilidade sobre p...	-	-	-	-	2x	22,22	-	-	3x	33,33	1x	11,11	1x	11,11	2x	22,22	-	-	Conformidade ao mar...
Valor da H2O	-	-	1x	11,11	2x	22,22	2x	22,22	3x	33,33	-	-	-	-	1x	11,11	-	-	Participação social
Valor da H2O	-	-	-	-	2x	22,22	1x	11,11	5x	55,56	-	-	-	-	1x	11,11	-	-	Conformidade ao mar...
Participação social	-	-	-	-	1x	11,11	2x	22,22	5x	55,56	-	-	-	-	1x	11,11	-	-	Conformidade ao mar...

Fonte: Do autor (adaptado do site onlinepesquisa.com)

3- Testando a Consistência

0,087	0,033	0,106	0,099	0,123	0,089	0,341	0,046	0,052	0,977
0,262	0,100	0,035	0,099	0,123	0,089	0,341	0,046	0,052	1,148
0,087	0,300	0,106	0,099	0,123	0,089	0,341	0,046	0,052	1,244
0,029	0,033	0,035	0,033	0,041	0,030	0,038	0,046	0,052	0,337
0,029	0,033	0,035	0,033	0,041	0,089	0,038	0,046	0,052	0,397
0,029	0,033	0,035	0,033	0,014	0,030	0,038	0,046	0,052	0,310
0,029	0,033	0,035	0,099	0,123	0,089	0,114	0,686	0,052	1,261
0,436	0,501	0,531	0,164	0,205	0,149	0,038	0,229	0,260	2,513
0,436	0,501	0,531	0,164	0,205	0,149	0,569	0,229	0,260	3,044

4- Obter o Vetor de

Consistência

11,206
11,463
11,725
10,266
9,661
10,396
11,077
10,991
11,691

λ_{max} : 10,942

n= 9

Se n=9,
então ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,243

CR=CI/ACI 0,167

Conclusão: CR < 0,2

Fonte: Do autor

5.4 CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS

Quadro 7 - Consolidação Geral das Prioridades agregadas pelo AIP

Consolidação Geral das Prioridades Relativas - AIP											
Índices	Especialistas									Média Geométrica	Prioridade Média Geométrica
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	0,087	0,148	0,103	0,098	0,098	0,022	0,224	0,195	0,124	0,105	C2
2	0,100	0,139	0,401	0,127	0,196	0,251	0,322	0,038	0,160	0,160	C3
3	0,106	0,136	0,096	0,115	0,168	0,216	0,132	0,089	0,158	0,130	C1
4	0,033	0,015	0,068	0,076	0,024	0,079	0,072	0,210	0,118	0,059	C7
5	0,041	0,176	0,042	0,147	0,022	0,085	0,063	0,151	0,089	0,074	C9
6	0,030	0,088	0,070	0,060	0,024	0,077	0,072	0,106	0,056	0,059	C8
7	0,114	0,086	0,101	0,179	0,122	0,071	0,056	0,141	0,071	0,098	C5
8	0,229	0,098	0,024	0,084	0,213	0,073	0,029	0,046	0,120	0,078	C4
9	0,260	0,114	0,095	0,113	0,133	0,136	0,030	0,022	0,104	0,090	C6

Fonte: Do autor

Para a agregação dos dados desta pesquisa, utilizou-se o método AIP – Agregação Individual de prioridades, já que os especialistas foram consultados individualmente. Nenhum participante manteve contato ou teve acesso às respostas de outros. Segundo Forman e Peniwati (1998), para o cálculo das prioridades individuais no contexto do AIP, tanto a média aritmética quanto a geométrica podem ser aplicadas. No entanto, a média geométrica é mais consistente com o significado dos julgamentos, já que são dados em escala de magnitudes, seguindo a escala fundamental do Saaty.

Neste caso, como consolidação geral, o percentual de importância aplicado às três dimensões do estudo foi equivalente. Cada agrupamento de três critérios representa 33,33% de importância na aplicação do método,

portanto a escala prioritária de critérios apresentada nesta consolidação não teve inclinação ou preferência.

A consolidação dos dados traz que o critério prioritário segundo os julgamentos dos especialistas consultados é o C2 – Índice de qualidade. O C3 – Índice de esgoto tratado aparece logo após, seguido de C1 – Índice de Perdas. Isto mostra que independente do perfil dos especialistas, os critérios técnicos foram absolutamente priorizados.

Os critérios da dimensão Regulação e Controle Social aparecem como segunda prioridade, posto que os critérios C7, C8 e C9 seguem agrupados após a priorização dos critérios técnicos.

Como critérios menos prioritários aparecem os critérios da dimensão econômica e financeira. Nenhum dos especialistas, priorizou critérios desta dimensão.

5.5 ANÁLISE DOS DADOS SEGUINDO O PERFIL DOS ESPECIALISTAS

O Quadro 8 apresenta o resultado das priorizações de cada especialista associado aos seus respectivos grupos representados. Observa-se nestes dados, que de forma geral não houve tendência categórica de preferência aos critérios supostamente mais próximos aos setores de atuação de cada especialista. Apenas para os especialistas I, VII e IX percebe-se nuance de favorecimento na priorização dos critérios das dimensões supostamente mais ligadas diretamente aos seus perfis. Já o especialista VIII mostra uma preferência distinta dos outros, que poderia ser atribuído ao fato de pertencer ao setor técnico de uma empresa de saneamento de iniciativa privada. Além de preferenciar critérios da dimensão econômica, ele coloca os critérios de regulação e participação social como os menos importantes em sua escolha.

Não obstante a reduzida tendência observada dos consultados terem priorizado os índices das dimensões supostamente ligados a sua área de

atuação, não foi observado padrão lógico que permita vincular os critérios escolhidos com o perfil específico de cada um. Cabe o destaque dos especialistas da área acadêmica que não demonstraram inclinação para nenhuma das dimensões.

Quadro 8 - Priorização dos critérios separados por especialistas e seus perfis

Priorização pelos especialistas do setor de REGULAÇÃO			Priorização pelos especialistas do setor ACADÊMICO			Priorização pelos especialistas do setor TÉCNICO		
Especialistas			Especialistas			Especialistas		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
C9	C5	C2	C7	C8	C2	C2	C4	C2
C8	C1	C1	C5	C2	C3	C1	C1	C3
C7	C2	C7	C2	C3	C9	C3	C5	C1
C3	C3	C3	C3	C9	C5	C4	C7	C8
C2	C9	C9	C9	C7	C4	C6	C6	C4
C1	C8	C6	C1	C1	C6	C5	C3	C9
C5	C6	C4	C8	C4	C8	C7	C8	C5
C4	C7	C5	C4	C6	C7	C9	C2	C7
C6	C4	C8	C6	C5	C1	C8	C9	C6

Fonte: Do autor

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa gerou como produto a estruturação de um processo de decisão para escolha de modelo de gestão em empresas de Saneamento, contemplando as três alternativas preponderantes no Brasil e incorporando nove critérios previamente selecionados e estabelecidos que foram validos e hierarquizados com pesos de importância relativa por nove especialistas.

Dos cinco modelos de gestão para empresas de saneamento apresentados pelo SNIS 2013, os modelos regionais, municipais ou privados representam 99,4% dos 5378 municípios brasileiros.

A escolha dos critérios foi baseada em revisões bibliográficas e no estudo comparativo entre três municípios de características similares, porém com modelos de gestão distintos. Estes municípios foram Limeira, Poços de Caldas e Varginha. Os critérios avaliados foram: C1-Índice de Perdas, C2-Índice de Qualidade, C3-Índice de Esgoto Tratado, C4-Índice de Liquidez Corrente, C5-Índice de Lucratividade por usuário, C6-Índice de Retorno Sobre o Patrimônio Líquido, C7-Valor da Tarifa Média, C8-Índice de Participação Social, C9-Índice de Qualidade da Regulação. Para uma melhor interpretação dos dados, estes nove critérios puderam ser agrupados em três dimensões: Técnica operacional, Econômica financeira e de Regulação e controle social.

Ressalta-se que o foco do trabalho não foi avaliar qual o melhor modelo de gestão, mas sim estruturar um processo de decisão com base na priorização destes critérios.

O modelo de análise multicritério aqui utilizado foi o AHP que se mostrou eficaz. A simplicidade mais a robustez do método, aliadas à opção de avaliar em um mesmo processo, critérios quantitativos e qualitativos foi fundamental para a escolha do modelo AHP.

A consulta realizada através do site chamado onilnepesquisa.com foi encaminhada aos participantes pelo correio eletrônico. Todos os especialistas consultados responderam com consistência evitando que uma revisão das

respostas fosse necessária. Sete dos nove consultados validaram os critérios propostos pelo estudo.

Dos nove especialistas, cinco apontaram a dimensão técnica e operacional como sendo a prioritária. A dimensão de Regulação e Controle Social e Econômica Financeira vieram em seguida. Isto antecipa o resultado da priorização dos critérios. Na consolidação geral dos dados, o critério Índice de Qualidade foi o preferido sendo seguido pelos critérios apresentados na respectiva ordem de escolha: Índice de Esgoto Tratado, Índice de Perdas, Valor da Tarifa Média Praticada, Índice de Qualidade da Regulação, Índice de Participação Social, Índice de Lucratividade por Usuário, Índice de Liquidez Corrente e Índice de Retorno Sobre Patrimônio Líquido.

As respostas também foram analisadas considerando os perfis dos especialistas e apenas três, priorizaram os critérios das dimensões ligadas diretamente aos seus perfis. Os outros resultados não apresentam nenhum padrão que permita vincular os critérios escolhidos com o perfil específico de cada um.

Mesmo não sendo suficiente para o processo, a ordem dos critérios aqui priorizados passa a ser um importante dado para orientação durante a análise e comparação entre os modelos de gestão possíveis para empresas de saneamento. Os agentes públicos, seguindo este estudo, poderão avaliar e decidir de forma estruturada, fundamentada e embasada cientificamente.

7 RECOMENDAÇÕES PARA CONTINUIDADE DA PESQUISA

O estudo traz com clareza a priorização dos critérios aqui estudados, mas também abre caminho para novas pesquisas. Estudos complementares podem partir do método apresentado.

A primeira recomendação seria a de considerar as dimensões como outro nível hierárquico na estrutura do AHP, tendo os índices como sub-critérios. Este direcionamento poderá eliminar a inconsistência dos dados quando analisados fragmentados por dimensões. Uma reavaliação dos índices também poderia ser estudada e outros especialistas poderiam ser consultados. A consulta a um tomador de decisão, mesmo que não se enquadre como especialista também pode ser considerada.

Caberia também uma simulação de cenários, realizada aplicando a priorização dos critérios e avaliando as alternativas com base em dados reais apresentados pelo SNIS ou em outros trabalhos científicos. Municípios de outros portes e com outras características poderiam servir de referências para a continuidade da pesquisa. A comparação de modelos de prestação de serviços de água e esgoto ainda é um campo a ser explorado por novas pesquisas. Estes estudos poderão contribuir elucidando as potencialidades e fragilidades de cada modelo, subsidiando órgãos reguladores e tomadores de decisão.

Outros métodos de análise Multicritérios também poderiam ser aplicados seguindo este mesmo meio de consulta.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, H. et al. **Performance indicators for water supply services**. 2. ed. Londres: IWA Publishing, 2006.

ALMEIDA, A.T. **Conhecimento e uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. Recife: Editora Universitária, 2009.

AZEREDO, J.S. et al. Utilização do método de análise hierárquica (AHP) para a seleção de um sistema integrado de gestão (ERP). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador.

BELLEN, H.M.V. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. São Paulo: Editora FGV, 2007.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. **Nota Técnica, Estimativa da População dos municípios Brasileiros com data de referência em 1 de julho de 2014**. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Tabela completa de indicadores de desagregados e agregados, Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=103>>. Acesso em: 22 set. 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Informações e Indicadores Desagregados, SNIS Série Histórica**. 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/#>> Acesso em: 26 set. 2014.

CAMPOS, V.R. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. 2011. 175f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Área de Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

COSTA, T.C.; BELDERRAIN, M.C.N. Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS GRADUAÇÃO DO ITA, 15., 2009. São José dos Campos.

Forman, E., Peniwati, K. Aggregating individual judgements and priorities with the Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v.108, p.165-169, 1998.

HELLER, L.; COUTINHO, M.L.; MINGOTI, S.A. Diferentes modelos de gestão de serviços de saneamento produzem os mesmos resultados? um estudo comparativo em Minas Gerais com base em indicadores. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.11, n.4, p.325-336, out./dez. 2006.

HELLER, P.G.B. **Modelos de prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário: uma avaliação comparativa do desempenho no conjunto dos municípios brasileiros**. 2012. 139 f. Tese (Doutorado em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

HELLER, P.G.B.; VON SPERLING, M.; HELLER, L. Technological performance of water supply and sanitation services in four municipalities in Minas Gerais, Brazil: a comparative analysis. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v.14, n.1, p.109-118, jan./mar. 2009.

HOMANN, A.C. Regulação e saneamento na lei federal nº 11.445/07. **Revista Jurídica da Procuradoria Geral do Estado do Paraná**, Curitiba, n. 3, p.211-244, 2012.

HUANG, I. B. et al. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. **Science of the Total Environment** **409**, p.3578–3594, 2011.

LIMA, J.D. et al. Uso de modelos de apoio à decisão para análise de alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos na Região Sul do Brasil **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19, n.1, p.33-42, jan./mar. 2014.

MOREIRA, R.A. **Análise multicritério dos projetos do SEBRAE/RJ através do ELECTRE IV**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração) - Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, 2007.

MURBACK, F.G. et al. Construção de índices para acompanhamento de estratégias organizacionais. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., 2007, Bauru.

OLIVEIRA, C.F. A gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil. **Scripta Nova. Revista electrónica de geografia y ciencias sociales**, Barcelona: Universidad de Barcelona, v.9, n.194, 2005.

OLIVEIRA, C.F. **Água e Saneamento Básico: A atuação do grupo Suez em Limeira e Manaus**. 2007. 248f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PAMPLONA, E.O. Justificativas para Aplicação do Método de Análise Hierárquica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., 1999. Rio de Janeiro.

PAULA, B.L.; CERRI, L.E.S. Aplicação do processo analítico hierárquico (AHP) para priorização de obras de intervenção em áreas e setores de risco geológico nos municípios de Itapeirica da Serra e Suzano (SP). **UNESP, Geociências**, São Paulo, v.31, n.2, p.247-257, 2012.

SAATY, T.L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Publisher, 1991

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. j. Service Sciences**, v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SALGADO, M.C.V. **Agregação Individual em decisão em grupo. Estudo de caso: avaliação da realização do voo tecnológico do veículo lançador de satélites VLS-1**. 2008. Dissertação (Mestrado Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Gerenciamento Instituto Tecnológico de Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2008.

SEKIDO, A.M.Y. **Terceirização na Administração Pública – A Gestão e a Fiscalização dos Contratos**. 2010. 61f. Dissertação (Especialização em Auditoria Governamental) – Universidade Gama Filho, Brasília, 2010.

TUROLLA, F.A. OHIRA, T.H. A Economia do Saneamento Básico. In: CICLO DE DEBATES DO GRUPO DE ESTUDOS EM ECONOMIA INDUSTRIAL, TECNOLOGIA E TRABALHO DA PUC-SP, 3., 2005, São Paulo.

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

VARGAS, M.C.; DE LIMA, R.F. Concessões Privadas de Saneamento no Brasil: Bom Negócio para Quem? **Ambiente & Sociedade**, v.7, n.2, p.67-93, jul./dez. 2004.

VIEIRA, G.H. **Análise e Comparação dos Métodos de Decisão Multicritérios AHP Clássico e Multiaplicativo**. 2006. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, 2006.

VILAS BOAS, C.L. **Modelo multicritério de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: Estudo da barragem do Ribeirão João Leite**. 2006. 132f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Departamento de Economia da Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Email enviado aos especialistas para resposta

Prezado Prof Dr,

Sou aluno do Programa de pós-graduação da UNIFAL - Poços de Caldas sob a orientação do Prof Dr Claudio Lima.

Venho por meio deste e-mail convidá-lo para participar da pesquisa intitulada: **Estruturação de processo de decisão sobre modelo de gestão de serviços de água e esgoto.**

Estimam-se aproximadamente 25 minutos para completar o questionário, que pode ser respondido em várias sessões. As respostas são confidenciais e serão tratadas de maneira agregada.

Basta clicar no link abaixo e você será direcionado automaticamente para a página de preenchimento. Este link está vinculado, de maneira exclusiva, ao seu endereço de e-mail. Por favor não encaminhe esta mensagem.

Link da pesquisa: <https://www.onlinepesquisa.com/s/6ce1a8b>

Ficarei imensamente grato caso possa responder ao questionário até de Estou à disposição se precisar de ajuda ou qualquer informação adicional sobre a pesquisa.

Agradeço antecipadamente a disponibilidade e participação nesta pesquisa.

Grande abraço!

Tiago Cavelagna

3- Testando a Consistência

0,087	0,033	0,106	0,099	0,123	0,089	0,341	0,046	0,052	0,977
0,262	0,100	0,035	0,099	0,123	0,089	0,341	0,046	0,052	1,148
0,087	0,300	0,106	0,099	0,123	0,089	0,341	0,046	0,052	1,244
0,029	0,033	0,035	0,033	0,041	0,030	0,038	0,046	0,052	0,337
0,029	0,033	0,035	0,033	0,041	0,089	0,038	0,046	0,052	0,397
0,029	0,033	0,035	0,033	0,014	0,030	0,038	0,046	0,052	0,310
0,029	0,033	0,035	0,099	0,123	0,089	0,114	0,686	0,052	1,261
0,436	0,501	0,531	0,164	0,205	0,149	0,038	0,229	0,260	2,513
0,436	0,501	0,531	0,164	0,205	0,149	0,569	0,229	0,260	3,044

4- Obter o Vetor de

Consistência

11,206
11,463
11,725
10,266
9,661
10,396
11,077
10,991
11,691

λ_{max} : 10,942

n= 9

Se n=9,
então ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,243

CR=CI/ACI 0,167

Conclusão: CR < 0,2

3- Testando a Consistência

0,148	0,139	0,136	0,107	0,176	0,441	0,428	0,098	0,114	1,786
0,148	0,139	0,136	0,107	0,176	0,441	0,257	0,098	0,114	1,615
0,148	0,139	0,136	0,107	0,176	0,617	0,029	0,098	0,114	1,563
0,021	0,020	0,019	0,015	0,025	0,013	0,017	0,011	0,013	0,154
0,148	0,139	0,136	0,107	0,176	0,264	0,770	0,294	0,114	2,148
0,030	0,028	0,019	0,107	0,059	0,088	0,257	0,294	0,114	0,995
0,030	0,046	0,408	0,076	0,020	0,029	0,086	0,098	0,114	0,907
0,148	0,139	0,136	0,137	0,059	0,029	0,086	0,098	0,114	0,946
0,148	0,139	0,136	0,137	0,176	0,088	0,086	0,098	0,114	1,122

4- Obter o Vetor de Consistência

12,039
11,626
11,488
10,099
12,216
11,290
10,598
9,652
9,862

λ_{max} : 10,986

n= 9

Se n=9, então

ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,248

CR=CI/ACI 0,171

Conclusão: CR < 0,2

3- Testando a Consistência

0,103	0,057	0,019	0,205	0,125	0,209	0,101	0,071	0,286	1,177
0,723	0,401	0,866	0,478	0,292	0,487	0,707	0,166	0,668	4,787
0,516	0,045	0,096	0,205	0,042	0,070	0,101	0,071	0,032	1,177
0,034	0,057	0,032	0,068	0,042	0,070	0,303	0,071	0,095	0,773
0,034	0,057	0,096	0,068	0,042	0,010	0,020	0,071	0,032	0,431
0,034	0,057	0,096	0,068	0,292	0,070	0,020	0,071	0,032	0,740
0,103	0,057	0,096	0,023	0,208	0,348	0,101	0,118	0,095	1,151
0,034	0,057	0,032	0,023	0,014	0,023	0,020	0,024	0,019	0,247
0,034	0,057	0,289	0,068	0,125	0,209	0,101	0,118	0,095	1,097

4- Obter o Vetor de

Consistência

11,395
11,942
12,236
11,329
10,341
10,634
11,388
10,420
11,489

 λ_{max} : 11,241

n= 9

Se n=9, então

ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,280

CR=CI/ACI 0,193

Conclusão: CR < 0,2

3- Testando a Consistência

0,098	0,042	0,115	0,025	0,147	0,060	0,060	0,252	0,038	0,838
0,294	0,127	0,038	0,076	0,147	0,060	0,179	0,252	0,113	1,287
0,098	0,382	0,115	0,025	0,147	0,060	0,036	0,028	0,113	1,005
0,294	0,127	0,023	0,076	0,049	0,060	0,036	0,028	0,113	0,806
0,098	0,127	0,023	0,228	0,147	0,302	0,179	0,252	0,113	1,470
0,098	0,127	0,023	0,076	0,029	0,060	0,036	0,028	0,113	0,591
0,294	0,127	0,038	0,381	0,147	0,302	0,179	0,252	0,113	1,833
0,033	0,042	0,023	0,228	0,049	0,181	0,060	0,084	0,113	0,813
0,294	0,127	0,038	0,076	0,147	0,060	0,179	0,084	0,113	1,119

4- Obter o Vetor de

Consistência

8,550
10,102
8,742
10,595
9,963
9,790
10,230
9,685
9,940

λ_{max} : 9,733

n= 9

Se n=9,

então

ACI= 1,45

5- Obter o

CR

CI 0,092

CR=CI/ACI 0,063

Conclusão

: CR < 0,2, portanto está Consistente.

3- Testando a Consistência

0,098	0,039	0,056	0,119	0,152	0,171	0,024	0,213	0,044	0,917
0,491	0,196	0,168	0,167	0,152	0,122	0,365	0,213	0,398	2,272
0,295	0,196	0,168	0,167	0,152	0,122	0,365	0,213	0,133	1,811
0,020	0,028	0,024	0,024	0,022	0,024	0,024	0,043	0,027	0,235
0,014	0,028	0,024	0,024	0,022	0,024	0,024	0,030	0,019	0,210
0,014	0,039	0,034	0,024	0,022	0,024	0,024	0,030	0,019	0,231
0,491	0,065	0,056	0,119	0,109	0,122	0,122	0,030	0,398	1,512
0,098	0,196	0,168	0,119	0,152	0,171	0,851	0,213	0,663	2,632
0,295	0,065	0,168	0,119	0,152	0,171	0,365	0,043	0,133	1,510

4- Obter o Vetor de

Consistência

9,330
11,571
10,760
9,868
9,663
9,451
12,438
12,351
11,397

λ_{max} : 10,759

n= 9

Se n=9, então

ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,220

CR=CI/ACI 0,152

Conclusão: CR < 0,2

Especialista VI - Setor Acadêmico

1- Matriz Critérios - C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8 + C9

	C1 Perdas	C2 Qualidade	C3 Esgoto Tratado	C4 Liquidez Imediata	C5 Lucratividade por usuário	C6 Rentabilidade sobre patrimônio	C7 Valor da taxa	C8 Controle Social	C9 Conformidade ao marco regulatório
C1	1,000	0,200	0,200	0,200	0,143	0,200	0,333	0,333	0,200
C2	5,000	1,000	3,000	3,000	3,000	5,000	5,000	3,000	0,333
C3	5,000	0,333	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	5,000
C4	5,000	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
C5	7,000	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
C6	5,000	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
C7	3,000	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
C8	3,000	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
C9	5,000	3,000	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
TOTAL	39,000	5,933	6,067	12,200	12,143	14,200	14,333	12,333	11,533

2- Prioridade Relativa

	C1 Perdas	C2 Qualidade	C3 Esgoto Tratado	C4 Liquidez Imediata	C5 Lucratividade por usuário	C6 Rentabilidade sobre patrimônio	C7 Valor da taxa	C8 Controle Social	C9 Conformidade ao marco regulatório	Prioridade Relativa	Ordem dos Critérios
C1	0,026	0,034	0,033	0,016	0,012	0,014	0,023	0,027	0,017	0,022	C2
C2	0,128	0,169	0,495	0,246	0,247	0,352	0,349	0,243	0,029	0,251	C3
C3	0,128	0,056	0,165	0,246	0,247	0,211	0,209	0,243	0,434	0,216	C9
C4	0,128	0,056	0,055	0,082	0,082	0,070	0,070	0,081	0,087	0,079	C5
C5	0,179	0,056	0,055	0,082	0,082	0,070	0,070	0,081	0,087	0,085	C4
C6	0,128	0,034	0,055	0,082	0,082	0,070	0,070	0,081	0,087	0,077	C6
C7	0,077	0,034	0,055	0,082	0,082	0,070	0,070	0,081	0,087	0,071	C8
C8	0,077	0,056	0,055	0,082	0,082	0,070	0,070	0,081	0,087	0,073	C7
C9	0,128	0,506	0,033	0,082	0,082	0,070	0,150	0,081	0,087	0,136	C1
TOTAL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,080	1,000	1,000	1,009	

3- Testando a Consistência

0,022	0,050	0,043	0,016	0,012	0,015	0,024	0,024	0,027	0,234
0,112	0,251	0,647	0,237	0,254	0,383	0,354	0,220	0,045	2,504
0,112	0,084	0,216	0,237	0,254	0,230	0,213	0,220	0,678	2,243
0,112	0,084	0,072	0,079	0,085	0,077	0,071	0,073	0,136	0,788
0,157	0,084	0,072	0,079	0,085	0,077	0,071	0,073	0,136	0,833
0,112	0,050	0,072	0,079	0,085	0,077	0,071	0,073	0,136	0,754
0,067	0,050	0,072	0,079	0,085	0,077	0,071	0,073	0,136	0,710
0,067	0,084	0,072	0,079	0,085	0,077	0,071	0,073	0,136	0,743
0,112	0,752	0,043	0,079	0,085	0,077	0,071	0,073	0,136	1,428

4- Obter o Vetor de Consistência

10,423
9,982
10,408
9,965
9,825
9,853
10,011
10,126
10,538

λ_{max} : 10,126
 n = 9
 Se $n=9$,
 então ACI = 1,45

5- Obter o

CR
 CI 0,141
 $CR=CI/ACI$ 0,097

Conclusão: $CR < 0,2$

3- Testando a Consistência

0,224	0,107	0,396	0,507	0,444	0,506	0,280	0,143	0,208	2,814
0,671	0,322	0,924	0,507	0,444	0,506	0,280	0,200	0,089	3,943
0,075	0,046	0,132	0,362	0,317	0,362	0,168	0,143	0,089	1,693
0,032	0,046	0,026	0,072	0,063	0,217	0,168	0,143	0,089	0,857
0,032	0,046	0,026	0,072	0,063	0,072	0,168	0,143	0,089	0,712
0,032	0,046	0,026	0,024	0,063	0,072	0,168	0,200	0,149	0,780
0,045	0,064	0,044	0,024	0,021	0,024	0,056	0,143	0,149	0,570
0,045	0,046	0,026	0,014	0,013	0,010	0,011	0,029	0,089	0,284
0,032	0,107	0,044	0,024	0,021	0,014	0,011	0,010	0,030	0,293

4- Obter o Vetor de

Consistência

12,582
12,245
12,826
11,832
11,231
10,792
10,191
9,935
9,868

λ_{max} : 11,278

n= 9

Se n=9,

então

ACI= 1,45

5- Obter o

CR

CI 0,285

CR=CI/ACI 0,196

Conclusão: CR < 0,2

3- Testando a Consistência

0,195	0,114	0,267	0,631	0,151	0,106	0,424	0,232	0,112	2,233
0,065	0,038	0,030	0,070	0,030	0,021	0,047	0,015	0,067	0,384
0,065	0,114	0,089	0,210	0,151	0,106	0,028	0,139	0,067	0,971
0,065	0,114	0,089	0,210	0,756	0,532	0,707	0,139	0,112	2,725
0,195	0,191	0,089	0,042	0,151	0,319	0,424	0,232	0,112	1,755
0,195	0,191	0,089	0,042	0,050	0,106	0,028	0,232	0,112	1,045
0,065	0,114	0,445	0,042	0,050	0,532	0,141	0,139	0,112	1,642
0,039	0,114	0,030	0,070	0,030	0,021	0,047	0,046	0,067	0,465
0,039	0,013	0,030	0,042	0,030	0,021	0,028	0,015	0,022	0,241

4- Obter o Vetor de Consistência

11,471
10,079
10,898
12,954
11,600
9,819
11,614
10,048
10,754

λ_{max} : 11,026

n= 9

Se n=9, então

ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,253

CR=CI/ACI 0,175

Conclusão: CR < 0,2

3- Testando a Consistência

0,124	0,032	0,053	0,118	0,266	0,167	0,213	0,120	0,312	1,406
0,622	0,160	0,158	0,118	0,089	0,056	0,213	0,120	0,312	1,848
0,373	0,160	0,158	0,355	0,266	0,167	0,071	0,120	0,104	1,774
0,124	0,160	0,053	0,118	0,266	0,167	0,213	0,120	0,035	1,256
0,041	0,160	0,053	0,039	0,089	0,056	0,071	0,040	0,521	1,069
0,041	0,160	0,053	0,039	0,089	0,056	0,071	0,040	0,035	0,583
0,041	0,053	0,158	0,039	0,089	0,056	0,071	0,120	0,104	0,732
0,124	0,160	0,158	0,118	0,266	0,167	0,071	0,120	0,104	1,289
0,041	0,053	0,158	0,355	0,018	0,167	0,071	0,120	0,104	1,088

4- Obter o Vetor de

Consistência

11,313
11,578
11,218
10,615
12,042
10,472
10,307
10,747
10,444

λ_{max} : 11,206

n= 9

Se n=9, então

ACI= 1,45

5- Obter o CR

CI 0,276

CR=CI/ACI 0,190

Conclusão: CR < 0,2

ANEXO

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estruturação de processo de decisão sobre modelo de gestão de serviços de água e esgoto por AHP (analytic hierarchy process)

Pesquisador: Tiago Cavelagna

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 50768015.5.0000.5142

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.331.004

Apresentação do Projeto:

O presente trabalho busca através do processo de análise hierárquica, priorizar os critérios mais relevantes a serem considerados na tomada de decisão do setor de saneamento do município. Para tal, o estudo aplica o processo de análise multicritérios AHP-Analytic Hierarchy Process. Para a aplicação deste processo, faz-se necessária a consulta a especialistas para atribuição de pesos aos critérios através de uma comparação par a par. Como conclusão, o estudo pretende apresentar um elenco de critérios que devem ser priorizados pelo gestor do município quando for a hora da escolha do modelo de gestão para sua empresa de saneamento.

Objetivo da Pesquisa:

Este trabalho tem como objetivo apresentar através do processo de hierarquia analítica (AHP), a priorização de índices do setor de saneamento para tomada de decisão sobre a escolha do modelo de gestão.

Objetivo Secundário: Apresentar um breve histórico sobre o saneamento no Brasil e os modelos de gestão mais utilizados em empresas de saneamento;- Discorrer

sobre o processo de tomada de decisão o os métodos de análise multi critérios;- Trazer informações sobre o método de Análise Hierárquica (AHP) e

justificar sua escolha para o estudo;- Identificar, selecionar e estabelecer os principais índices dos

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700		CEP: 37.130-000
Bairro: centro		
UF: MG	Município: ALFENAS	
Telefone: (35)3299-1318	Fax: (35)3299-1318	E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

Continuação do Parecer: 1.331.004

serviços de água e esgoto;- Consultar nove especialistas do setor para atribuição de pesos aos índices escolhidos;- Tabular as respostas dos especialistas e calcular as prioridades relativas dos índices através do AHP.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto apresentada de forma clara os riscos e benefícios da pesquisa:

Riscos: os riscos do projeto para os 9 especialistas consultados serão mínimos, tendo em vista que o instrumento de comparação par a par será respondido por meio de correio eletrônico. Dessa forma, os especialistas estarão livres para participarem ou não, responderem quando se sentirem confortáveis, interromperem o procedimento de coleta em qualquer momento e não enviarem suas respostas se assim decidirem. Os especialistas que responderem estarão seguros quanto a qualquer risco de exposição de suas identidades, uma vez que todos os dados serão tratados de forma agrupada e não serão reveladas suas respectivas identidades, o que está garantido pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que acompanha os questionários.

Benefício: apresentar para os gestores da área um modelo de gestão, que auxiliem nas tomadas de decisão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto bem estruturado e com critérios metodológicos bem definidos e claros.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos apresentados.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O colegiado do CEP acata o parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_620379.pdf	06/11/2015 17:25:29		Aceito

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-000

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3299-1318

Fax: (35)3299-1318

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



Continuação do Parecer: 1.331.004

Brochura Pesquisa	planilhaEnviada2.doc	06/11/2015 17:23:48	Tiago Cavelagna	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisa1.doc	06/11/2015 16:53:39	Tiago Cavelagna	Aceito
Cronograma	Cronograma.doc	06/11/2015 15:50:12	Tiago Cavelagna	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	05/11/2015 22:30:13	Tiago Cavelagna	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	05/11/2015 20:24:20	Tiago Cavelagna	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ALFENAS, 20 de Novembro de 2015

Assinado por:
Cristiane da Silva Marciano Grasselli
(Coordenador)

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700
Bairro: centro **CEP:** 37.130-000
UF: MG **Município:** ALFENAS
Telefone: (35)3299-1318 **Fax:** (35)3299-1318 **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br