

Aplicação do Método AHP na instalação de um *HOTSPOT* em uma área da região centro de Campos dos Goytacazes

Eraldo N. F. P. Júnior¹, Igor M. Zanata¹, Maykon da S. Matos¹, Miter M. de O. Ferreira¹, Rodrigo L. Adame¹, Milton Erthal¹

¹Universidade Candido Mendes Campos (UCAM)
R. Anita Peçanha, 100 – Pq. São Caetano – 28.030-335 – Campos dos Goytacazes – RJ –
Brasil

{eraldojr, mitmaya, rdlouback}@gmail.com, igorzanata@hotmail.com,
maykonmatos@ig.com.br

Abstract. *The socio-spatial segregation affects directly on the lives of individuals as the limits of rights and social opportunities. A breach of this paradigm is associated with practice of strategic deployment, eg the Digital City project of the Federal Government that seeks to effect the right of access to basic public services to the citizen. The city of Campos dos Goytacazes, through the Digital Squares project, offers free internet, seeking the expansion of the national strategy. Shall be used it Analytic Hierarchy Process (AHP) - as multi-criteria analysis tool to assist the decision maker in the local setting to the hotspot installation.*

Resumo. *A segregação socioespacial impacta diretamente na vida do indivíduo à medida que o restringe dos direitos e oportunidades sociais. A quebra deste paradigma está associada a práxis do desdobramento estratégico, por exemplo o projeto Cidade Digital do Governo Federal que busca efetivar o direito de acesso aos serviços públicos básicos do cidadão. A cidade de Campos dos Goytacazes, através do projeto Praças Digitais, oferece acesso à internet gratuito, buscando a expansão da estratégia nacional. Utilizar-se-á o Método AHP – Processo de Análise Hierárquica – como ferramenta de análise multicritério para auxiliar o tomador de decisão na definição do local para instalação do hotspot.*

1. Introdução

Segregação socioespacial é a divisão do espaço pela população, pela condição direta com a sua condição ou classe social.

No Brasil a segregação não se expressa sob um único padrão, pois embora a distância física entre ricos e pobres tenha diminuído, a distância social e de sociabilidade persiste [Cunha 2010].

Observa-se é que há uma divisão social em todas as cidades, com a separação de bairros pela condição de renda de seus habitantes, e o próprio Estado reproduz essa condição, onde nos bairros de menor poder aquisitivo a presença do Estado é

inferior, no sentido da garantia de direitos dos serviços públicos básicos, intensificando a condição de segregação [Flores 2006].

O processo segregatório aqui exposto ganha ênfase nas médias e grandes cidades. Na tentativa de reduzi-lo, a cidade de Campos dos Goytacazes possui o projeto Praças Digitais funcionando desde agosto de 2012. O projeto objetiva disponibilizar internet gratuita, inicialmente em 14 praças, mas atualmente este número chega há 18 locais espalhados pelo município, observada na Figura 1.

O presente estudo objetiva demonstrar a aplicação do método AHP, sua eficiência como método multicritério e a capacidade de subsidiar com informações o tomador de decisão. Para isso, diante a divisão regional da Cidade de Campos dos Goytacazes, foi escolhida uma determinada área da região Centro para o estudo de caso.

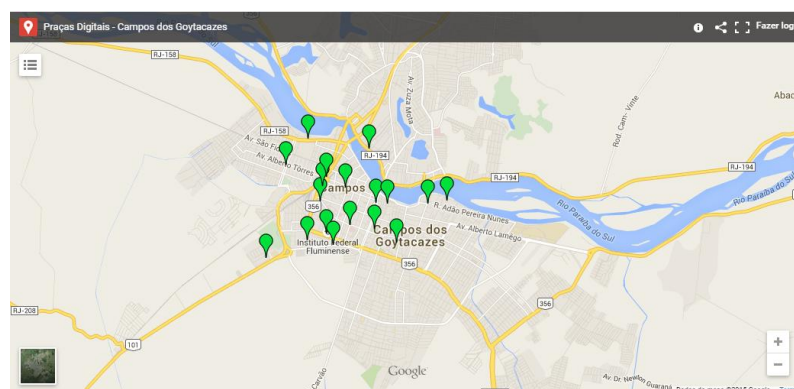


Figura 1. Localização das Praças Digitais

2. Objetivo

Fornecer subsídios ao tomador de decisão a partir da utilização do método AHP na escolha do local para instalação de *hotspot* numa determinada área da região Centro do município de Campos dos Goytacazes.

3. Densidade Demográfica do Município

O município de Campos dos Goytacazes possui 463.731 habitantes numa área de 4.026,696 km², segundo censo IBGE (2010). Para entender os fatores motivadores para escolha da região deste estudo de caso é necessário o entendimento do conceito de densidade demográfica. A densidade demográfica é o quociente da população pelo espaço territorial, aqui expresso em km². A densidade demográfica do município de Campos dos Goytacazes é de 115,16 hab./km² segundo censo IBGE (2010).

O município de Campos dos Goytacazes possui 4 grandes regiões. A região Norte com 43.867 habitantes, área 1.124 km² e uma densidade demográfica de 39,03 hab./km². A região Centro e possui 360.669 habitantes, área 645 km² e uma densidade demográfica de 559,18 hab./km². A região Oeste com 16.564 habitantes, área 1.291 km² e uma densidade demográfica de 12,83 hab./km². A região Sul com 42.631 habitantes, área 971 km² e uma densidade demográfica de 43,9 hab./km², segundo Cidac (2015).

A região Centro possui a maior densidade demográfica e contém em funcionamento o projeto Praças Digitais.

4. Cidade Digital

Cidade Digital é um termo que passou a ser propagado, a princípio, por pequenos municípios que implantaram, com recursos próprios, sistemas para distribuição gratuita do sinal da internet. A implementação desses sistemas envolve a participação de toda a comunidade e para âmbitos menores opta-se pela aplicação da tecnologia de redes metropolitanas [Rezende et al. 2014].

O Ministério das Comunicações orienta os gestores públicos interessados em implantar o programa Cidades Digitais em suas cidades. Para isso, lançou em 2012 um termo de referência com linhas gerais e princípios sobre o projeto. Em julho deste mesmo ano, o Ministério das Comunicações escolheu as 80 cidades que farão parte do projeto-piloto nas cinco regiões do país. O objetivo é melhorar a gestão e o acesso do cidadão a serviços públicos por meio da conexão à banda larga.

O objetivo do programa é modernizar a gestão, ampliar o acesso aos serviços públicos e promover o desenvolvimento dos municípios brasileiros por meio da tecnologia.

E as cidades ditas como “Digitais” devem estar preparadas tecnologicamente para receber e desenvolver tecnologias dentro de suas realidades e capacidades. Como é o caso da cidade de Campos dos Goytacazes, que tem condições de expandir as tecnologias de acesso Wi-Fi aos seus habitantes.

Segundo Chen and Yang (2007), o termo refere-se sempre ao conceito de definir um conjunto de critérios de seleção de acesso e os mecanismos que permitem aos usuários se conectar a vários serviços de uma forma quase ideal. E estes serviços não estão inclusos apenas nos serviços de internet, mas sim, cultura, lazer, educação e segurança pública.

5. AHP – Processo Análise Hierárquica

A tomada de decisão tornou-se um grande desafio diante ao dinamismo da sociedade contemporânea. A decisão [Gomes and Gomes 2014] é necessária quando nos deparamos com um problema. Segundo Costa (2006) a subjetividade e o julgamento de valor são oriundos de cada indivíduo, tornando o processo decisório mais complexo na escolha da melhor alternativa entre as possíveis. Para tratar esta complexidade o processo de abstração é necessário através de um modelo [Costa 2006] [Almeida 2013]. Para Almeida (2013) o modelo é a simplificação do sistema ou situação real que permite análises e conclusões para auxiliar o tomador de decisão.

A utilização de métodos Multicritério foi a solução encontrada que permita atender a condição colocada para o processo decisório. Dentre os métodos existentes optou-se pelo Método de Análise Hierárquica – AHP por trabalhar de modo semelhante ao funcionamento da mente humana, ao fazer comparações em pares para uma tomada de decisão [Saaty 1991]. A aplicação do método é feita em três etapas, quais sejam:

- Identifica-se os critérios e alternativas de decisão (entrada);
- Atribui-se valores de importância para os critérios e valores de desempenho para as alternativas (processamento);
- E por fim, alcança-se a síntese dos resultados (saída).

De forma objetiva a aplicação do Método AHP se faz pela construção de níveis hierárquicos [Saaty 1987], que permitem uma visão ampla da situação em análise, o que leva o problema a ser decomposto em determinados fatores, que por sua vez serão novamente decompostos, estabelecendo uma hierarquia descendente. A estrutura hierárquica é formada de objetivo principal, critérios, subcritérios e alternativas. Para realizar a escolha é preciso definir prioridades relativas, estabelecendo o grau de importância de cada critério, subcritério em relação ao objetivo e ao critério, respectivamente, e das alternativas em relação aos critérios e/ou subcritérios ao que se está subordinado. Para realizar este processo Saaty desenvolveu uma escala de intensidades que compreende os graus de intensidade de importância, presentes na tabela a seguir.

Tabela 1. Escala de Intensidade de Saaty [Saaty 1991].

Intensidade de Importância	Definição
1	Mesma importância
3	Fraca importância de uma sobre a outra
5	Essencial ou forte importância
7	Importância demonstrada – muito forte
9	Absoluta importância
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos sucessivos

Ao se trabalhar com o método AHP são construídas matrizes de comparações com o objetivo de se obter os valores de importância dos critérios (matriz de critérios) e os valores de desempenho das alternativas relativas a cada critério (matriz de alternativas à luz dos critérios).

6. Metodologia

A escolha da região Centro é decorrente da densidade demográfica e pela grande área ainda não atendida pelo projeto Praças Digitais. Dentro da região Centro escolheu-se uma área que possui, além de uma densidade demográfica expressiva, uma quantidade de bairros circunvizinhos, conforme demonstrado na Figura 2.

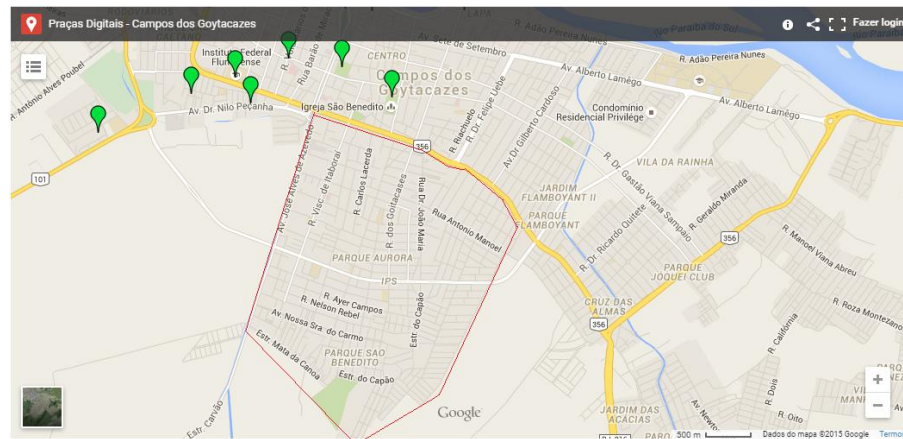


Figura 2. Localização das Praças Digitais próxima a região escolhida

A Figura 3 representa os bairros contidos na área escolhida. Esta área possui um total de 38.838 habitantes que representa cerca de 11% da população da região Centro, segundo informações do Cidac (2015).



Figura 3. Localização dos bairros da área selecionada na região Centro.

A tabela 2 apresenta os bairros contidos na Figura 3 com seus respectivos índices.

Tabela 2. Bairros por quantidade de habitantes



Índice	Bairros	População
1	Parque João Seixas	3806
2	Parque Fazendinha	1908
3	Parque Rosário	1765
4	Parque Carlos Lacerda	908
5	Parque João Maria	5517
6	Parque Fazenda Grande	6302
7	Parque Aurora	3928
8	IPS	2370
9	Parque São Lino	1485
10	Parque Doutor Beda	1796
11	Parque Rui Barbosa	5369
12	Parque São Benedito	3684
Total		38838

Para definição da tecnologia de rede apropriada um especialista externo (primeiro especialista) ao projeto Praças Digitais foi apresentado ao cenário abaixo através de uma entrevista:

- O local possui característica plana e é constituída basicamente por casas.
- O local é público.
- Oferecer internet gratuita aos moradores através de dispositivos móveis.
- Menor custo de investimento e manutenção.
- Qual tipo de rede WiFi é mais apropriada para atender aos requisitos acima?

Após consulta ao especialista, conforme cenário exposto na pesquisa acima, a infraestrutura tecnológica proposta realiza-se pela instalação de um kit setorial ponto multiponto, baseado em dispersão de sinal omnidirecional, composto de 03 (três) Access Points, e 3 (três) antenas direcionais, com ângulo de abertura de 120°, fechando a cobertura total de 360°, com raio de alcance aproximado de 150m, e suporte a até 120 conexões concorrentes (clientes simultâneos). Destaca-se ainda, a necessidade de uso da frequência pública 2.4 GHz, compatível com os padrões IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11n, tornando possível o acesso à internet através de qualquer dispositivo (celulares, notebooks, etc).

Com o objetivo de avaliar se a proposta citada acima é adequada ao projeto Praças Digitais, realizou-se uma entrevista com o responsável do município pela implantação do projeto, que será conhecido aqui como segundo especialista. A proposta tecnológica do primeiro especialista sofreu pequenas alterações pelo segundo especialista, com intuito de atender a infraestrutura já existente no projeto. As principais alterações foram a alteração de 3 para 1 Access Point, de 3 para 2 antenas direcionais com cobertura total de 360° e suporte de 120 para 1200 conexões concorrentes.

Os critérios propostos pelo primeiro especialista foram, através de um questionário, apresentados ao segundo especialista para uma análise de aderência. No questionário proposto o segundo especialista numerou os critérios segundo seu grau de importância: (1) Baixa Importância, (2) Média Importância, (3) Importante, (4) Muito Importante e (NA) Não aplicável ao tema. O resultado, tabela 3, demonstra que somente o critério segurança do público recebeu baixa importância. Tal fato decorre da responsabilidade pelo serviços não ser do Município e sim do Estado.

Tabela 3. Resultado da análise de aderência dos critérios propostos.

Grau de Importância	Critérios
4	Segurança dos equipamentos
1	Segurança do público
4	Infraestrutura física
4	Quantidade de pessoas atendidas
3	Localização na região proposta

No questionário ao segundo especialista, solicitou-se a sinalização de outros critérios que considera importante no processo decisório para expansão do projeto. O resultado pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4. Resultado do mapeamento dos critérios.

Grau de Importância	Critérios
4	Proximidade a pontos existentes
4	Estudo técnico de interferência local
3	Perfil social da população
2	Expansão de link de internet

Diante dos dados expostos pelo segundo especialista, solicitou-se uma consolidação dos principais critérios, demonstrado na tabela 5.

Tabela 5. Resultado da seleção dos critérios pelo segundo especialista.

Critérios
Proximidade a ponto existente
Quantidade de pessoas atendidas
Infraestrutura física
Perfil social da população
Localização na região proposta
Segurança dos equipamentos

A primeira parte da estrutura hierárquica contendo o foco do problema e os critérios foi definido. Nesta próxima etapa, objetivou-se a escolha das alternativas que serão os possíveis locais. A escolha do local levou em consideração as características

que predominam nos pontos onde foram instalados o projeto Praças Digitais. A tabela 6 demonstra essas características.

Tabela 6. Características dos locais instalados o projeto Praças Digitais.

Características	Qtd
Praças públicas	14
Escolas públicas	1
Rodoviárias	1
FMIJ	1
Sede Prefeitura	1

A partir dessas características, levantou-se os possíveis locais (alternativas), como: praças, postos de saúde e escolas públicas. Buscou-se reduzir a quantidade de possíveis locais levando em consideração a quantidade da população a ser atendida. Sendo assim, ao organizar a tabela dos bairros de forma decrescente a partir da população, observou-se que os bairros mais populosos poderão ser atendidos por locais mais próximos ao centro da área sem impactar os bairros menos populosos, conforme observado na tabela 7 e na Figura 3.

Tabela 7. Nome dos bairros pela quantidade decrescente de habitantes

Índice	Bairros	População
6	Parque Fazenda Grande	6302
5	Parque João Maria	5517
11	Parque Rui Barbosa	5369
7	Parque Aurora	3928
1	Parque João Seixas	3806
12	Parque São Benedito	3684
8	IPS	2370
2	Parque Fazendinha	1908
10	Parque Doutor Beda	1796
3	Parque Rosário	1765
9	Parque São Lino	1485
4	Parque Carlos Lacerda	908

Selecionou-se os seguintes locais como alternativas: praça do IPS (local 1), escola municipal (local 2), CIEP (local 3), praça do Capão (local 4) e a unidade básica de atendimento no bairro 8 (local 5), conforme tabela 8 e Figura 4.

Tabela 8. Localização dos Bairros.

Referência	Local	Bairro
Local 1	Praça do IPS	8 IPS
Local 2	Escola municipal	7 Parque Aurora
Local 3	CIEP	7 Parque Aurora
Local 4	Praça do Capão	5 Parque João Maria
Local 5	Unidade básica de atendimento	8 IPS

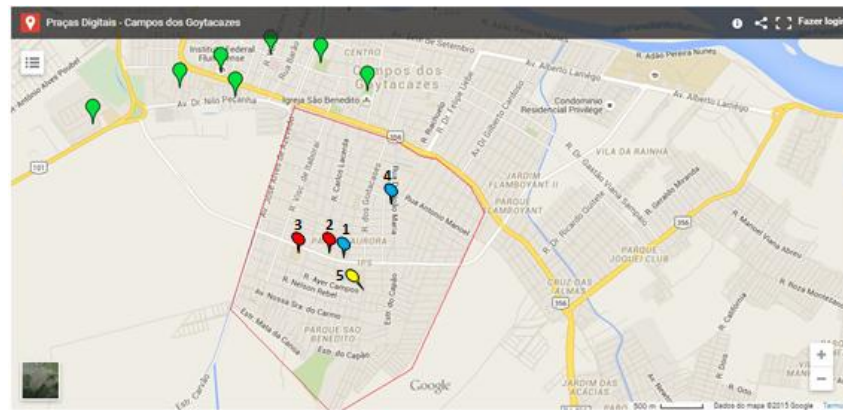


Figura 4. Locais públicos escolhidos como alternativas

Na busca de validar o processo decisório para escolha dos locais aqui expostos, foi realizado um segundo questionário para análise de aderência junto ao segundo especialista. A metodologia utilizada foi considerada ótima e nenhuma sugestão de novos locais foi proposto. A seguinte estrutura hierárquica foi gerada, conforme Figura 5.

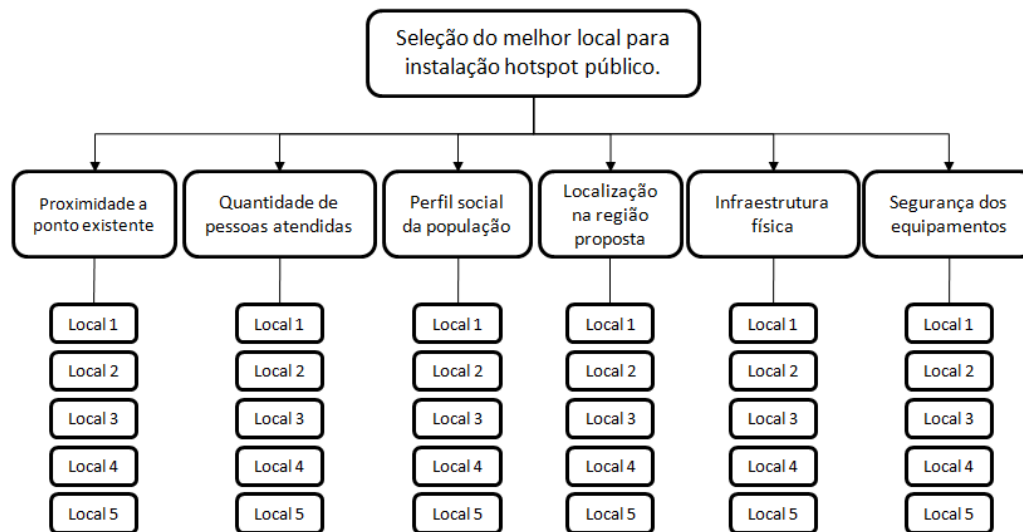


Figura 5. Estrutura hierárquica.

Neste mesmo questionário foi solicitado ao segundo especialista a atribuição de pesos (1 até 10) para os critérios, sendo 1 menor importância/contribuição e 10 maior importância/contribuição em relação ao foco do problema proposto. Os pesos encontram-se na tabela 9.

Tabela 9. Atribuição dos pesos aos critérios.



Pesos	Crêterios	�ndice
10	Proximidade a ponto existente	C1
9	Quantidade de pessoas atendidas	C2
8	Perfil social da popula�o	C3
7	Localiza�o na região proposta	C4
6	Infraestrutura física	C5
5	Segurança dos equipamentos	C6

A seguinte matriz de cr terios, aplicando a tabela de intensidade de Saaty, foi gerada, conforme tabela 10.

Tabela 10. Matriz dos Crêterios.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1	2	3	5	7	8
C2		1	2	4	6	7
C3			1	2	4	6
C4				1	2	4
C5					1	2
C6						1

Ao segundo especialista, na parte final do questionário, foi solicitado que sinalizasse a relevância das alternativas   luz de cada cr terio. O preenchimento da tabela de pagamento gerou uma matriz de alternativa   luz de cada cr terio.

Todos os dados obtidos foram inseridos no software Ip  1.0, o qual, segundo Costa (2004), possibilita o desenvolvimento e implementa o de modelos de auxílio multicr terio   decisão, fundamentados no Método de Análise Hierárquica (AHP).

7. Resultados

O resultado global, o cr terio vencedor   luz do foco do problema foi proximidade a ponto existente, tabela 11. A razão de consistência encontrado foi 0,022.

Tabela 11. Cálculo das prioridades dos cr terios a luz do foco.

�ndice	Crêterios	%
C1	Proximidade a ponto existente	39,7%
C2	Quantidade de pessoas atendidas	26,8%
C3	Perfil social da popula�o	16,3%
C4	Localiza�o na região proposta	9,0%
C5	Infraestrutura física	5,0%
C6	Segurança dos equipamentos	3,2%

O resultado local   apresentado na tabela 12. Os locais em cinza são os vencedores   luz de cada cr terio.

Tabela 12. Vencedores   luz de cada cr terio.

	Local 1	Local 2	Local 3	Local 4	Local 5	RC
C1	23,8%	23,8%	23,8%	4,8%	23,8%	0,00
C2	33,8%	13,7%	13,7%	33,8%	5,0%	0,028
C3	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	0,00
C4	23,8%	4,8%	23,8%	23,8%	23,8%	0,00
C5	5,0%	30,0%	30,0%	5,0%	30,0%	0,00
C6	4,6%	36,7%	36,7%	4,6%	17,4%	0,021

O resultado final obtido é apresentado na tabela 13.

Tabela 13. Resultado final

Índice	Locais	%
Local 1	Praça do IPS	24,30%
Local 2	Escola Municipal	19,49%
Local 3	CIEP	21,20%
Local 4	Praça do Capão	16,75%
Local 5	Unidade básica de atendimento	18,26%

Referência

- Almeida, A. T. (2013) de. Processos de Decisão nas Organizações – Construindo modelos de decisão multicritério. 1ª ed. São Paulo: Atlas.
- Chen, Y. and Yang, Y. (2007). A new 4G architecture providing multimode terminals always best connected services, Wireless Communications, IEEE. Shanghai Jiao Tong University
- Cidac, Centro de Informações e Dados de Campos (2015), <http://www.cidac.campos.rj.gov.br>, Junho.
- Costa, H. G. (2006). Auxílio multicritério à decisão: método AHP - Rio de Janeiro: Abepro.
- Costa, H. G. (2004) IPÊ 1.0: guia do usuário, http://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume42004/RelPesq_V4_2004_05.pdf, Outubro.
- Cunha, J. M. P. (2010) Mobilidade Espacial, Vulnerabilidade e Segregação socioespacial: reflexões decorrentes de uma experiência concreta. In: Congresso da Associação Latino-americana de População. (ALAP). Havana. Anais IV Congresso da Asociación Latinoamericana de Problación (ALAP), v.4.p, p.1-20, Havana, Cuba.
- Flores, C. (2006). Consequências da segregação residencial: teoria e métodos. In: CUNHA, José Pinto da (org). Novas Metrôpoles Paulistas: População, Vulnerabilidade e Segregação. Campinas: Núcleo de Estudos da População - NEPO/UNICAMP, 252p, pt.1, cap.7, p.197-230.
- Georreferenciamento (2015), Campos dos Goytacazes, <http://geo.campos.rj.gov.br/>, Junho.
- Gomes, L. F. A. M. and Gomes, C. F. S. (2014). TOMADA DE DECISÃO GERENCIAL: Enfoque Multicritério. 5ª ed. São Paulo: Atlas.

Guia das Cidades Digitais (2015),
<http://www.guiadascidadesdigitais.com.br/site/secao/por-que-ser-uma-cidade-digital/beneficios>, Junho.

IBGE (2010). Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS, <http://cod.ibge.gov.br/23318>, Junho.

Projeto de Cidades Digitais (2015) – Ministério da Comunicação, <http://www.mc.gov.br/cidades-digitais>, Junho.

Rezende, D. A., Madeira, G. dos S., Mendes, L. de S., Breda, G. D., Zarpelão, B. B. and Figueiredo, F. de C. (2014). Information and Telecommunications Project for a Digital City: A Brazilian case study. *Journal Telematics and Informatics* 31 p.98–114

Saaty, T. L. (1991). *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo: McGraw Hill, Makron.

Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process - What it is and how it is used. Pergamon Journals Ltd. *Math Modelling*, Vol. 9, No. 3-5, pp. 161-176.