

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS**

ANDERSON DE SOUZA RIBEIRO

**CIDADES DIGITAIS E PUBLICAÇÃO DE SISTEMAS
EM NUVEM: UMA METODOLOGIA PARA A
TOMADA DE DECISÃO**

**CAMPINAS
2016**

ANDERSON DE SOUZA RIBEIRO

**CIDADES DIGITAIS E PUBLICAÇÃO DE SISTEMAS
EM NUVEM: UMA METODOLOGIA PARA A
TOMADA DE DECISÃO**

Dissertação apresentada como exigência para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, no Curso de Gestão de Redes de Telecomunicações, do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. David Bianchini

**PUC-CAMPINAS
2016**

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação - SBI - PUC-Campinas

t600
R484m

Ribeiro, Anderson de Souza.

Cidades digitais e publicação de sistemas em nuvem: uma metodologia para a tomada de decisão / Anderson de Souza Ribeiro. – Campinas: PUC-Campinas, 2016.
156p.

Orientador: David Bianchini.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-Graduação em Engenharia elétrica.

Inclui anexo e bibliografia.

1. Tecnologia da informação. 2. Computação em nuvem. 3. Processamento eletrônico de dados. 4. Internet (Redes de computação). 5. Comunicações digitais. I. Bianchini, David. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Engenharia elétrica. III. Título.

22. ed. CDD – t600

ANDERSON DE SOUZA RIBEIRO

**CIDADES DIGITAIS E PUBLICAÇÃO DE SISTEMAS EM
NUVEM: UMA METODOLOGIA PARA A TOMADA DE
DECISÃO**

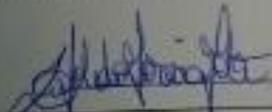
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão de Redes de Telecomunicações.

Área de Concentração: Gerência de Redes de Teleinformática. Orientador: Prof. Dr. David Bianchini

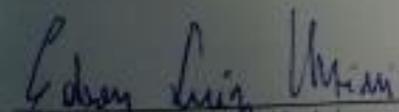
Dissertação defendida e aprovada em 28 de junho de 2016 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Prof. Dr. David Bianchini
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Edson Luiz Ursini
Universidade Estadual de Campinas



A Deus pela sua misericórdia e amor incondicional, a minha amada esposa Tatiana pela compreensão e companheirismo, ao meu querido filho Thomaz Anderson e a minha linda filha Maya pela inspiração trazida pelo renovar da vida e o frescor da infância.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu o dom da vida e a alegria de viver.

Aos meus queridos pais, Ana Célia de Souza Ribeiro e Edilson Lino Ribeiro, por todo o sacrifício que fizeram para garantir a educação, o conforto e o carinho necessário para enfrentar a vida com coragem e ousadia.

Aos meus caríssimos professores, que com paciência transmitiram o conhecimento e nos guiaram durante esse processo de crescimento. Em especial ao meu orientador Prof. Dr. David Bianchini pela paciência, liderança, revisões e críticas construtivas, e seus sábios conselhos.

Aos Professores, Dr. Alexandre Mota *In Memoriam*, e Dra. Lia Mota, pelas riquíssimas aulas sobre modelagem de sistemas e aplicação da lógica Fuzzy que tanto contribuíram para a investigação científica deste trabalho.

Ao Professor Dr. Omar Branquinho, que com aulas práticas e dinâmicas nos estimulou a propor modelos de solução prática para problemas reais da sociedade contemporânea.

Ao Professor Dr. Eric Fagotto, que nos conduziu com competência no processo de aprendizado da produção acadêmica de conhecimento.

Aos meus queridos colegas de turma, que durante esta jornada deram o suporte e apoio para a realização desse trabalho. Pelos momentos divertidos, pelos momentos de tensão que passamos e pelas conquistas que obtivemos.

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas pela Bolsa parcial concedida, viabilizando a realização desse curso.

Aos meus estimados amigos, familiares que sempre me incentivaram me dando forças para seguir em frente e superar cada obstáculo.

E um agradecimento especial aqueles que me amaram e me ensinaram o caminho do esforço, trabalho e da obstinação por realizar sonhos, os meus pais, a quem devo a vida.

Pelo amor incondicional e companheirismo irrestrito da minha amada e querida esposa Tatiana Vasconcelos Laselva Ribeiro, que ilumina meus dias com o seu carinho, dedicação e amor. Ao meu filho Thomaz, por estar ao meu lado nas horas de trabalho brincando com seu Ipad, e sorrindo sempre, dizendo que está trabalhando com o papai, o que faz com que eu me sinta a pessoa mais feliz do mundo, e a mais nova integrante dessa família, minha filha Maya que veio trazer mais doçura e esperança às nossas vidas.

(...)O sucesso é ir de fracasso em fracasso
sem perder entusiasmo.

Winston Churchill
(1874 - 1965)

RESUMO

Com avanço da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), e o crescimento da necessidade de poder de processamento, armazenamento, e altas taxas de transferência de dados demandadas pela alteração no comportamento da sociedade, cada vez mais globalizada e conectada, e ainda pelas oportunidades de interação e integração que se abrem às organizações governamentais, empresas e cidadãos nesse novo contexto de Cidades Digitais, ou Cidades Inteligentes, fez-se necessário o uso de tecnologias como a Computação em Nuvem para viabilizar esta nova realidade, com fornecimento de serviços à população, e a todos os seus agentes. Nesse cenário, há que se selecionar e priorizar periodicamente os escassos recursos financeiros e humanos necessários para executar os projetos que oferecem a melhor proposta de entrega de valor, com o menor investimento possível, dentro dos prazos estabelecidos, respeitando as restrições orçamentárias, de tempo e a capacidade de execução das instituições. Nesse sentido o método de auxílio a tomada de decisão, proposto neste trabalho, para a seleção e priorização de sistemas para publicação em Nuvem, num ambiente de soluções heterogêneas de telecomunicações, propõe uma ferramenta e um processo de tomada de decisão que auxilia o gestor, seja do setor público, ou em empresas do setor privado, na escolha e priorização de soluções aderentes às suas necessidades específicas, através da realização da análise multicritério composta por 4 níveis hierárquicos (Função objetivo, Categorias de Critérios, Subcritérios e Opções de Sistemas), e 5 categorias de critérios para Cidades Digitais (Análise Financeira, Arquitetura Tecnológica, Governança, Inclusão Digital, Objetivos Estratégicos) no caso de instituição pública, e 4 (Análise Financeira, Arquitetura Tecnológica, Governança, Objetivos Estratégicos) para o seguimento corporativo. Este trabalho foi desenvolvido inicialmente em ambiente de simulação, e também foi aplicado em uma Empresa de educação e, em ambos os casos, os resultados demonstraram como o método foi útil em facilitar a tomada de decisão do gestor para a seleção e priorização de sistemas par a publicação em nuvem, em ambientes e cenários complexos, com múltiplas variáveis e restrições.

Palavras Chave: Computação em Nuvem, Cidades Digitais, Método AHP, Seleção e Priorização de Projetos

ABSTRACT

The Information and Communication Technology (ICT) advancement, and the growing need for higher data processing capacity, storage and higher data transfer rates demanded by the change in the behavior of society, which is more globalized and interconnected over the time, the opportunities for interaction and integration that covers private organizations and citizens of the Digital Cities or Smart Cities, it was necessary the use of technologies such as Cloud Computing to enable the population to consume the services available in this age. In this sense, it is necessary to select, and periodically prioritize, the scarce financial and human resources needed to implement the projects that offer the best value delivery proposal with the lowest possible investment, within the set deadlines, while respecting budgetary constraints, time and implementation capacity of organizations. Regarding the method of aid to decision-making, proposed in this work, for the selection and prioritization of systems for publication in Cloud, in an environment of heterogeneous telecommunications solutions, proposes a tool and a decision-making process that helps the public manager and private sector companies in the selection and prioritization of adherent solutions to their specific needs through the implementation of multi-criteria analysis, which consists of four hierarchical levels (Function objective, criteria categories, Subcriteria and System Options), and 5 categories of criteria to Digital cities (Financial Analysis, Technology Architecture, Governance, Digital Inclusion, Strategic Objectives), and 4 category criteria (Financial Analysis, Technical Architecture, Governance, Strategic Objectives) for corporate environments. This work was initially developed in simulation environment, and it was also applied in an education company and, in both cases, the results showed the method was useful to facilitate the manager's decision-making for the selection and prioritization of systems adherent to publication in cloud, in complex scenarios with multiple variables and constraints.

Keywords: Cloud Computing, AHP Method, Project Selection and Prioritization

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1 - EXEMPLO DE NUVEM IAAS (INFRAESTRUTURA COMO SERVIÇO)..... | 27 |
| FIGURA 2. EXEMPLO DE NUVEM PAAS (PLATAFORMA COMO SERVIÇO)..... | 28 |
| FIGURA 3. EXEMPLO DE NUVEM DE SOFTWARE COMO SERVIÇO..... | 29 |
| FIGURA 4. COMPARATIVO ENTRE AS TRÊS ARQUITETURAS MAIS COMUNS DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM..... | 30 |
| FIGURA 5. DESCRIÇÃO DOS PERFIS DE CONSUMO DE BANDA POR TIPO DE APLICAÇÃO..... | 32 |
| FIGURA 6. - O CONTEXTO ORGANIZACIONAL DO GERENCIAMENTO DE PORTIFÓLIO. | 45 |
| FIGURA 7 - UM MÉTODO SISTEMÁTICO PARA SELECIONAR PROJETOS. | 48 |
| FIGURA 8 - EXEMPLO DE CRITÉRIOS E PONDERAÇÃO, CRIADOS PELA HP..... | 49 |
| FIGURA 9. EXEMPLO DE HIERARQUIA DE UMA CIDADE-ESTADO MEDIEVAL..... | 58 |
| FIGURA 10. ANÁLISE HIERÁRQUICA PARA A SELEÇÃO ENTRE 2 OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO..... | 60 |
| FIGURA 11. ESTRUTURA DE ANÁLISE HIERÁRQUICA PROPOSTA PARA A PRIORIZAÇÃO DE SISTEMAS PARA A PUBLICAÇÃO EM NUVEM..... | 65 |
| FIGURA 12. FLUXO DO PROCESSO DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMAS PARA PUBLICAÇÃO EM NUVEM..... | 69 |
| FIGURA 13. DEMONSTRAÇÃO DOS NÍVEIS 1 E 2 DO MODELO DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE SISTEMAS PARA PUBLICAÇÃO EM NUVEM..... | 71 |
| FIGURA 14. DEMONSTRAÇÃO DOS NÍVEIS 2, 3 E 4 DO MODELO DE SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE SISTEMAS PARA PUBLICAÇÃO EM NUVEM..... | 72 |
| FIGURA 15. DEMONSTRAÇÃO DO DESTAQUE DOS SUBCRITÉRIOS DA CATEGORIA: OBJETIVOS ESTRATÉGICOS. | 73 |
| FIGURA 16. DEMONSTRAÇÃO DO DESTAQUE DO NÍVEL 4 DA HIERARQUIA, APÓS POSICIONAR O CURSOR SOBRE O SUBCRITÉRIO VPL..... | 74 |
| FIGURA 17. EXEMPLO DE COMPARAÇÃO PAREADA NO MODO GRÁFICO. | 75 |
| FIGURA 18. EXEMPLO DE COMPARAÇÃO PAREADA NO MODO VERBAL. | 76 |
| FIGURA 19. USO DA OPÇÃO INVERT COMPARISON NA COMPARAÇÃO USANDO O MODO VERBAL..... | 76 |
| FIGURA 20. EXEMPLO DE COMPARAÇÃO PAREADA NO MODO MATRICIAL..... | 77 |
| FIGURA 21. EXEMPLO DE COMPARAÇÃO PAREADA NO MODO QUESTIONÁRIO..... | 78 |
| FIGURA 22. EXEMPLO DE COMPARAÇÃO PAREADA NO MODO DIRETO..... | 79 |
| FIGURA 23. EXEMPLO DE VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA..... | 80 |
| FIGURA 24. ACESSO AO RELATÓRIO DE INCONSISTÊNCIAS DO CLUSTER. | 81 |
| FIGURA 25. EXEMPLO DE RELATÓRIO DE INCONSISTÊNCIA DO CLUSTER. | 82 |
| FIGURA 26. DEMONSTRAÇÃO DE COMO EXTRAIR A LISTA DE PRIORIZAÇÃO NO SUPERDECISIONS..... | 85 |
| FIGURA 27. EXEMPLO DE LISTA DE PRIORIZAÇÃO EXTRAÍDA DO SUPERDECISIONS. | 86 |
| FIGURA 28. EXEMPLO DE ACESSO A ANÁLISE DE SENSIBILIDADE NO SUPERDECISIONS. | 87 |
| FIGURA 29. SELEÇÃO DO CRITÉRIO A SER AVALIADO NA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE..... | 89 |
| FIGURA 30. PASSOS PARA A VERIFICAÇÃO DOS PESOS PONDERADOS DE CADA CRITÉRIO EM SEU CLUSTER..... | 90 |
| 31. PESO PONDERADO DOS CRITÉRIOS DE UMA ANÁLISE HIERÁRQUICA. | 90 |
| FIGURA 32. PESO PONDERADO DO CRITÉRIO DISPONIBILIDADE NO CLUSTER ARQUITETURA TECNOLÓGICA..... | 91 |
| FIGURA 33. MODELO DE AUXÍLIO À PRIORIZAÇÃO E SELEÇÃO DE SISTEMAS PARA A PUBLICAÇÃO EM NUVEM EM CIDADES DIGITAIS..... | 97 |
| FIGURA 34. RESULTADO DA PRIORIZAÇÃO DE SISTEMAS PARA A PUBLICAÇÃO EM NUVEM NA SIMULAÇÃO. | 104 |
| FIGURA 35. IDENTIFICAÇÃO DE INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO DO CLUSTER ANÁLISE FINANCEIRA..... | 117 |
| FIGURA 36. IDENTIFICAÇÃO DE INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO DO CLUSTER GOVERNANÇA..... | 118 |
| FIGURA 37. IDENTIFICAÇÃO DE INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO DO CLUSTER EFICIÊNCIA. | 118 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 38. CORREÇÃO DA INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO DO <i>CLUSTER</i> EFICIÊNCIA..... | 119 |
| FIGURA 39. CORREÇÃO DE INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO DO <i>CLUSTER</i> GOVERNANÇA. | 120 |
| FIGURA 40. CORREÇÃO DE INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO DO <i>CLUSTER</i> EFICIÊNCIA..... | 121 |
| FIGURA 41. ANÁLISE HIERÁRQUICA PARA A SELEÇÃO ENTRE 2 OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO | 143 |
| FIGURA 42. CÁLCULO DO PESO DAS OPORTUNIDADES..... | 152 |
| FIGURA 43. REPRESENTAÇÃO DO RESULTADO DA ANÁLISE HIERÁRQUICA..... | 153 |
| FIGURA 44. CÁLCULO DO VETOR DE AUTOVALOR MÁXIMO..... | 155 |
| FIGURA 45. CÁLCULO DO ÍNDICE DE COERÊNCIA..... | 155 |
| FIGURA 46. FÓRMULA PARA O CÁLCULO DA RAZÃO DE CONSISTÊNCIA..... | 155 |
| FIGURA 47. CÁLCULO DA RAZÃO DE CONSISTÊNCIA DO EXEMPLO..... | 156 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| GRÁFICO 1. EXEMPLO DE ANÁLISE DE SENSIBILIDADE..... | 87 |
| GRÁFICO 2. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA O GRAU DE RELEVÂNCIA 0,34739 PARA O CRITÉRIO DISPONIBILIDADE NO <i>CLUSTER</i> ARQUITETURA TECNOLÓGICA. | 92 |
| GRÁFICO 3. EXEMPLO DE ALTERAÇÃO DE PRIORIDADES DE PROJETOS COM BASE NA ALTERAÇÃO DE RELEVÂNCIA DO CRITÉRIO DISPONIBILIDADE..... | 93 |
| GRÁFICO 4. SEGUNDO EXEMPLO DE ALTERAÇÃO DE PRIORIDADE DE PROJETOS A PARTIR DE UMA ALTERAÇÃO DA RELEVÂNCIA DO CRITÉRIO 'DISPONIBILIDADE' NO SEU <i>CLUSTER</i> | 94 |
| GRÁFICO 5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA. | 106 |
| GRÁFICO 6. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA MODIFICAÇÃO DE IMPORTÂNCIA NA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA. | 107 |
| GRÁFICO 7. AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DE TODAS AS VARIÁVEIS DO MODELO DE ANÁLISE. | 122 |
| GRÁFICO 8. AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DO SUBCRITÉRIO DISPONIBILIDADE NA CATEGORIA ARQUITETURA TECNOLÓGICA..... | 123 |
| GRÁFICO 9. AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA EM TODO O MODELO..... | 123 |
| GRÁFICO 10. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIOS ARQUITETURA TECNOLÓGICA COM VALOR PRÓXIMO AO DO EXPERIMENTO. | 124 |
| GRÁFICO 11. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIOS ARQUITETURA TECNOLÓGICA COM VALOR INFERIOR A 12,37% DE IMPORTÂNCIA EM SEU <i>CLUSTER</i> | 125 |
| GRÁFICO 12. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIOS ARQUITETURA TECNOLÓGICA COM VALOR INFERIOR A 84,99% DE IMPORTÂNCIA EM SEU <i>CLUSTER</i> | 126 |
| GRÁFICO 13. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE CRITÉRIO DISPONIBILIDADE EM SEU <i>CLUSTER</i> | 127 |
| GRÁFICO 14. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA EM SEU <i>CLUSTER</i> | 128 |
| GRÁFICO 15. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA EM SEU <i>CLUSTER</i> COM IMPORTÂNCIA DE 5,35%. | 129 |
| GRÁFICO 16. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA EM SEU <i>CLUSTER</i> COM IMPORTÂNCIA DE 43,16%. | 130 |
| GRÁFICO 17. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA EM SEU <i>CLUSTER</i> COM IMPORTÂNCIA DE 53,95%. | 131 |
| GRÁFICO 18. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA CATEGORIA DE CRITÉRIO ANÁLISE FINANCEIRA EM SEU <i>CLUSTER</i> COM IMPORTÂNCIA ACIMA DE 54%. | 132 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| TABELA 1 – APLICAÇÕES BÁSICAS E SEUS PERFIS DE CONSUMO DE BANDA. | 32 |
| TABELA 2- APLICAÇÕES INTERMEDIÁRIAS. | 33 |
| TABELA 3 - APLICAÇÕES AVANÇADAS. | 34 |
| TABELA 4 – ELEMENTOS DE ANÁLISE..... | 43 |
| TABELA 5 – GESTÃO DE PROJETOS TRADICIONAL VERSUS SPL. | 51 |
| TABELA 6 - PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS COMUNS A PROJETOS DE SUCESSO..... | 51 |
| TABELA 7. ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY..... | 61 |
| TABELA 8. ÍNDICE ALEATÓRIO DE SAATY..... | 63 |
| TABELA 9. DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS DE CRITÉRIOS E SEUS RESPECTIVOS SUBCRITÉRIOS. | 66 |
| TABELA 10. EXEMPLO DE SUPERMATRIZ EXTRAÍDA DO SOFTWARE <i>SUPERDECISIONS</i> | 83 |
| TABELA 11. CATEGORIA DE CRITÉRIOS INCLUSÃO DIGITAL, E SEUS SUB-CRITÉRIOS. | 94 |
| TABELA 12. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DO SISTEMA DE CONTROLE DE BIBLIOTECAS MUCIPAIS. . | 98 |
| TABELA 13. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DO SISTEMA DE CONTROLE DE POSTOS DE SAÚDE E FARMÁCIAS MUNICIPAIS. | 98 |
| TABELA 14. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DO SISTEMA DE CONTROLE DE POSTOS DE SAÚDE E FARMÁCIAS MUNICIPAIS. | 99 |
| TABELA 15. AVALIAÇÃO PAREADA DOS SUBCRITÉRIOS DO <i>CLUSTER</i> CATEGORIA DE CRITÉRIOS | 99 |
| TABELA 16. AVALIAÇÃO PAREADA DOS SUBCRITÉRIOS DO <i>CLUSTER</i> INCLUSÃO DIGITAL. | 100 |
| TABELA 17. AVALIAÇÃO PAREADA DOS SUBCRITÉRIOS DO <i>CLUSTER</i> ARQUITETURA TECNOLÓGICA..... | 100 |
| TABELA 18. AVALIAÇÃO PAREADA DOS SUBCRITÉRIOS DO <i>CLUSTER</i> GOVERNANÇA. | 101 |
| TABELA 19. AVALIAÇÃO PAREADA DOS SUBCRITÉRIOS DO <i>CLUSTER</i> OBJETIVOS ESTRATÉGICOS. | 101 |
| TABELA 20. AVALIAÇÃO PAREADA DOS SUBCRITÉRIOS DO <i>CLUSTER</i> ANÁLISE FINANCEIRA. .. | 101 |
| TABELA 21. SUPERMATRIZ NORMALIZADA DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DA SIMULAÇÃO..... | 102 |
| TABELA 22 – VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DOS JULGAMENTOS DA SIMULAÇÃO | 105 |
| TABELA 23. ANÁLISE INDIVIDUAL DA PROPOSTA ‘CONSOLIDAÇÃO DE SERVIDORES DE EMAILS’. | 110 |
| TABELA 24. ANÁLISE INDIVIDUAL DA PROPOSTA ‘MIGRAÇÃO DE SERVIDORES PARA <i>CLOUD</i> <i>PRIVADA COLOCATION</i> ’..... | 111 |
| TABELA 25. ANÁLISE INDIVIDUAL DA PROPOSTA ‘CONSOLIDAÇÃO <i>CLOUD</i> IAAS..... | 111 |
| TABELA 26. <i>CLUSTER</i> ANÁLISE FINANCEIRA, SEM A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA..... | 112 |
| TABELA 27. <i>CLUSTER</i> ARQUITETURA TECNOLÓGICA, SEM A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 112 |
| TABELA 28. <i>CLUSTER</i> GOVERNANÇA, SEM A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 112 |
| TABELA 29. <i>CLUSTER</i> OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, SEM A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA.. | 113 |
| TABELA 30. SUPERMATRIZ DA PESQUISA, SEM A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA..... | 113 |
| TABELA 31. JULGAMENTOS DO <i>CLUSTER</i> ANÁLISE FINANCEIRA, APÓS A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 114 |
| TABELA 32. JULGAMENTOS DO <i>CLUSTER</i> ANÁLISE FINANCEIRA, APÓS A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 114 |
| TABELA 33. JULGAMENTOS DO <i>CLUSTER</i> GOVERNANÇA, APÓS A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 115 |
| TABELA 34. JULGAMENTOS DO <i>CLUSTER</i> OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, APÓS A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 115 |
| TABELA 35. SUPERMATRIZ DA PESQUISA, APÓS A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA..... | 115 |
| TABELA 36. SUPERMATRIZ DA PESQUISA, ANTES DA VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 119 |
| TABELA 37. LISTA DE SISTEMAS PRIORIZADOS APÓS A VERIFICAÇÃO DE CONSISTÊNCIA. | 121 |
| TABELA 38. ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY..... | 144 |
| TABELA 39. DADOS BÁSICOS PARA A AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES 1 E 2. | 145 |
| TABELA 40. JULGAMENTO DO VPL DAS OPORTUNIDADES. | 145 |

| | |
|--|-----|
| TABELA 41. JULGAMENTO DA EXPERIÊNCIA NO RAMO PARA CADA OPORTUNIDADE..... | 145 |
| TABELA 42. JULGAMENTO DA LOCALIZAÇÃO..... | 145 |
| TABELA 43. JULGAMENTO DA TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DO RAMO DE CADA OPORTUNIDADE. | 146 |
| TABELA 44. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO VPL..... | 146 |
| TABELA 45. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO VPL (PARTE 2)..... | 146 |
| TABELA 46. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO EXPERIÊNCIA TÉCNICA NO RAMO..... | 147 |
| TABELA 47. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO EXPERIÊNCIA TÉCNICA NO RAMO (PARTE 2)..... | 147 |
| TABELA 48. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO LOCALIZAÇÃO. | 147 |
| TABELA 49. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO LOCALIZAÇÃO (PARTE 2)..... | 148 |
| TABELA 50. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO NO RAMO. | 148 |
| TABELA 51. NORMALIZAÇÃO DO CRITÉRIO TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO NO RAMO (PARTE 2). | 148 |
| TABELA 52. CÁLCULO DA MÉDIA DO CRITÉRIO VPL PARA CADA OPORTUNIDADE. | 149 |
| TABELA 53. CÁLCULO DA MÉDIA DO CRITÉRIO EXPERIÊNCIA TÉCNICA NO RAMO PARA CADA OPORTUNIDADE. | 149 |
| TABELA 54. CÁLCULO DA MÉDIA DO CRITÉRIO LOCALIZAÇÃO PARA CADA OPORTUNIDADE. | 149 |
| TABELA 55. CÁLCULO DA MÉDIA DO CRITÉRIO TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO NO RAMO PARA CADA OPORTUNIDADE. | 149 |
| TABELA 56. MATRIZ DAS PREFERÊNCIAS DAS OPORTUNIDADES PARA TODOS OS CRITÉRIOS. | 150 |
| TABELA 57. MATRIZ DE PREFERÊNCIAS DAS COMPARAÇÕES ENTRE CRITÉRIOS. | 150 |
| TABELA 58. NORMALIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS. | 151 |
| TABELA 59. NORMALIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS (PARTE 2)..... | 151 |
| TABELA 60. CÁLCULO DA MÉDIA DOS CRITÉRIOS. | 152 |
| TABELA 61. MATRIZ DAS PREFERÊNCIAS DAS OPORTUNIDADES. | 152 |
| TABELA 62. NORMALIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS..... | 154 |
| TABELA 63. CÁLCULO DAS COMPONENTES DO VETOR DE AUTOVALOR DA MATRIZ..... | 154 |
| TABELA 64. ÍNDICE ALEATÓRIO DE SAATY..... | 155 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1. MODELO CONCEITUAL DO PROCESSO DE INCLUSÃO DIGITAL | 38 |
| QUADRO 2. TAXONOMIA DA INCLUSÃO DIGITAL | 39 |
| QUADRO 3. METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DE CIDADES DIGITAIS..... | 40 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|---|----|
| EQUAÇÃO 1. CÁLCULO DO ÍNDICE DE COERÊNCIA..... | 63 |
| EQUAÇÃO 2. FÓRMULA PARA O CÁLCULO DA RAZÃO DE CONSISTÊNCIA..... | 63 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------|---|
| AHP | = <i>Analytic Hierarchy Process</i> |
| BRAINSTORMING | = Técnica de Criatividade para a discussão em grupo |
| CALLCENTER | = Centro de Processamento de chamadas telefônicas e atendimento ao cliente |
| CAPEX | = <i>Capital Expenditure</i> |
| CLOUD | = Abreviação para Computação em Nuvem |
| COBIT | = <i>Control Objectives for Information and Related Technology</i> |
| COLOCATION | = Modalidade de Computação em Nuvem na qual os Servidores e Equipamentos de infraestrutura de TI são fornecidos pelo cliente |
| CORE BUSINESS | = Principal linha de Negócio, ou finalidade de uma organização |
| CRM | = <i>Customer Relationship Management</i> |
| DATACENTER | = Centro de Processamento de Dados |
| DELPHI | = Técnica de discussão em grupo na qual especialistas compartilham suas opiniões sobre determinado tema sem revelar sua identidade, na busca por um consenso. |
| DEPLOY | = Implementação de uma tecnologia |
| DOWNLOAD | = Atividade de baixar conteúdo de algum repositório de informação |
| ELECTRE | = <i>ELimination and Choice Expressing REality</i> |
| ERP | = <i>Enterprise Resource Management</i> |
| <i>FIREWALL</i> | = Dispositivo de segurança da informação em Redes de telecomunicações |
| FRAMEWORK | = Modelo de melhores práticas em determinada área de conhecimento |
| FUZZY | = Lógica Difusa |
| IAAS | = <i>Infrastructure as a Service</i> |
| IDS/IPS | = <i>Intrusion Detection Sytem / Intrusion Prevention Sytem</i> |
| IP | = <i>Internet Protocol</i> |
| ITIL | = <i>Information Technology Infrastructure Library</i> |
| LTE | = <i>Long Term Evolution</i> (Padrão de redes de comunicações móveis) |

| | |
|----------------|---|
| MACBETH | = <i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i> |
| NIST | = <i>National International of Standards and Technology</i> |
| OPEX | = <i>Operational Expenditure</i> |
| PAAS | = <i>Platform as a Service</i> |
| PAYBACK | = Tempo de Retorno de um Investimento |
| PCI | = <i>Payment Card Industry</i> |
| PII | = <i>Personally Identifiable Information</i> |
| PLANNING POKER | = Técnica ágil de estimativa em Grupo |
| PMBOK | = <i>Project Management Body of Knowledge</i> |
| PMI | = <i>Project Management Institute</i> |
| QoS | = <i>Quality of Service</i> |
| RISK IT | = <i>Framework</i> para o gerenciamento de riscos de TI relacionados ao negócio |
| SAAS | = <i>Software as Service</i> |
| SERPRO | = Serviço Federal de Processamento de Dados |
| SLA | = <i>Service Level Agreement</i> |
| SPL | = <i>Strategic Project Leadership</i> |
| TCO | = <i>Total Cost Ownership</i> |
| TIC | = Tecnologia da Informação e Comunicação |
| TOGAF | = <i>The Open Group Architecture Framework</i> |
| TOPSYS | = <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i> |
| UPLOAD | = Atividade de submeter arquivos a um servidor de conteúdos |
| URA | = Unidade de Resposta Audível |
| VOIP | = <i>Voice over Internet Protocol</i> |
| VPL | = Valor Presente Líquido |
| VoLTE | = <i>Voice over LTE</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1 INTRODUÇÃO | 20 |
| 1.1 Objetivos e Contribuições | 22 |
| 1.2 Organização do Trabalho..... | 23 |
| 2. COMPUTAÇÃO EM NUVEM | 25 |
| 2.1 Características Fundamentais:..... | 25 |
| 2.2 Taxas de Transmissão de Dados e Latência | 31 |
| 3 UMA BREVE INTRODUÇÃO A RESPEITO DAS CIDADES DIGITAIS | 36 |
| 3.1 Computação em Nuvem e a Inclusão Digital | 37 |
| 3.2. Planejando uma cidade digital..... | 39 |
| 4 SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DO PORTIFÓLIO DE PROJETOS | 42 |
| 4.1 A Estratégia e sua influência na Seleção e Priorização do Portifólio de Projetos | 43 |
| 4.2 Método Sistemático de Seleção de Projetos Alinhados à Estratégia | 47 |
| 4.3 Projeto como uma ferramenta estratégica de liderança de mercado | 50 |
| 4.4 O Gerenciamento de Portifólio em um ambiente de múltiplos projetos..... | 52 |
| 5 TOMADA DE DECISÃO EM UM AMBIENTE COMPLEXO DE MÚLTIPLAS ALTERNATIVAS ... | 54 |
| 5.1 A problemática da Seleção e Priorização de Projetos e Iniciativas | 54 |
| 5.1.1 A escolha do método de análise Multicritério AHP | 55 |
| 5.2 A Análise Hierárquica no processo de Tomada de decisão | 57 |
| 5.3 O Método de análise hierárquica e a sua contribuição para a seleção e priorização de projetos em um ambiente de múltiplas alternativas | 59 |
| 5.4 Estrutura básica de Aplicação do Método de Análise Hierárquica | 59 |
| 5.4.1 A Verificação de Consistência nos Julgamentos..... | 62 |
| 6. PERCURSO METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE AUXÍLIO À PRIORIZAÇÃO E SELEÇÃO DE SISTEMAS PARA PUBLICAÇÃO EM NUVEM | 64 |
| 6.1 A Definição dos níveis hierárquicos | 65 |
| 6.2 A Definição das Categorias de Critérios e Subcritérios..... | 65 |
| 6.3 O Fluxograma e a Dinâmica da Análise | 68 |
| 6.4 Descrição do Cenário da simulação..... | 94 |
| 6.5 Descrição dos Sistemas Hipotéticos Avaliados..... | 95 |
| 6.6 Análise dos Resultados da Comparação Pareada..... | 99 |
| 6.6.1 Resultados da Supermatriz da Análise hierárquica..... | 102 |
| 6.6.2 Análise de sensibilidade da simulação..... | 105 |
| 7. EXPERIMENTO PRÁTICO | 108 |
| 7.1 Cenário da aplicação do método..... | 108 |
| 7.2 Julgamento sem a verificação de consistência | 112 |
| 7.3 Julgamento com a verificação de consistência | 114 |
| 8 ANÁLISE DE RESULTADOS | 117 |
| 8.1 Identificação de Inconsistências..... | 117 |

| | |
|--|-----|
| 8.1.1 Identificação de Inconsistências no Cluster Categoria de Critérios..... | 117 |
| 8.1.2 Identificação de Inconsistências nos Clusters de Subcritérios | 118 |
| 8.1.3 Resultado da Priorização de Sistemas após as comparações pareadas sem verificação de inconsistência..... | 118 |
| 8.2 A correção das Inconsistências e seus efeitos..... | 119 |
| 8.2.1 A correção das Inconsistências no Cluster Categoria de Critérios..... | 119 |
| 8.2.2 A correção das Inconsistências nos Clusters dos Subcritérios | 121 |
| 8.2.3 Resultado da Priorização de Sistemas após as comparações pareadas com verificação de inconsistência..... | 121 |
| 8.3 Análise de Sensibilidade | 122 |
| 8.3.1 Análise de Sensibilidade com foco na Categoria de Critérios Arquitetura Tecnológica | 124 |
| 8.3.2 Análise de Sensibilidade com foco no Critério Disponibilidade | 126 |
| 8.3.3 Análise de Sensibilidade com foco na Categoria de Critérios Análise Financeira | 127 |
| 9 CONCLUSÕES | 133 |
| a) As limitações do Método AHP;..... | 134 |
| b) Quanto à aplicação do método e a experiência do usuário;..... | 135 |
| REFERÊNCIAS..... | 138 |
| ANEXO A – EXEMPLO PRÁTICO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP | 143 |
| 1.1 Descrição do caso hipotético | 143 |
| 1.2 A Demonstração da Verificação de Consistência nos Julgamentos..... | 154 |

1 INTRODUÇÃO

Com o advento do desenvolvimento das tecnologias computacionais e de telecomunicações, a sociedade atual tem vivido um cenário de integração global e local sem precedentes na história da humanidade, e que está se desenvolvendo cada dia mais a uma velocidade que exige adaptação rápida dos setores público e privado. À medida que a sociedade muda seu comportamento exigindo mais informação e interatividade com os diversos agentes sociais, é necessário acelerar a disseminação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), construindo redes de telecomunicações flexíveis, dinâmicas e adaptáveis, e centros de processamento de dados com alto poder computacional, uma estratégia eficiente e eficaz do uso de recursos compartilhados, consolidação de servidores, diminuição do consumo de energia elétrica, a custos mais acessíveis do que os centros de processamento de dados dedicados.

Inseridos nesse contexto, gestores de instituições públicas ou privadas vêem-se diante de desafios quanto à necessidade de trabalhar na priorização e seleção de opções de solução num cenário multicritério, devido a fatores como:

- Velocidade e frequência na mudança de comportamento da sociedade, no que tange à necessidade de compartilhar e consumir informações e serviços, e participar do processo de tomada de decisão.
- Na avaliação de impacto inerente ao processo de mudança e adoção de novas tecnologias.
- Na mudança de comportamento da organização quando da adoção de novas tecnologias, no que se refere à competitividade, ao custo da mudança, à mudança no modelo de negócio e/ou prestação de serviço, produtividade, eficácia, eficiência, satisfação do usuário.

O apoio a tomada de decisão baseado neste tipo de análise tem por objetivo organizar o processo de escolha de alternativas de solução, frente a um conjunto de critérios e restrições que limitam e orientam as opções do decisor no processo de escolha e priorização de alternativas.

Segundo Gomes, González e Carignano; (2004), comumente esse processo é estruturado em ao menos 4 etapas:

- Recompilação de Informação
- Modelagem do sistema de tomada de decisão

- Seleção e priorização das alternativas
- Revisão das prioridades

As etapas não precisam necessariamente ser sempre executadas na ordem apresentada, o que permite ao decisor navegar nos processos de reflexão de acordo com a dinâmica de cada decisão em julgamento, e adicionalmente introduzir no processo de análise outros agentes importantes como a Figura do analista, ou especialista em temas técnicos e específicos que podem influenciar a tomada de decisão.

Com base nesse raciocínio, esse tipo de análise pode auxiliar a tomada de decisões sobre a seleção e priorização de soluções e sistemas para endereçar problemas identificados em ambientes complexos, sejam eles públicos ou privados. A respeito do uso de TIC para a prestação de serviços públicos, e considerando o crescimento populacional, e o aumento da densidade demográfica em grandes metrópoles, há uma crescente demanda por serviços eficientes, de baixo custo, alta disponibilidade, alta capacidade, que ofereça facilidade de acesso para os cidadãos dessas cidades, chamadas de Cidade Digitais, ou Cidades Inteligentes (aquelas que utilizam a tecnologia para melhorar a prestação de serviços à sociedade). Tais serviços estão distribuídos nas mais diversas modalidades, tais como: gestão de recursos hídricos, tráfego de veículos, gestão de transportes integrados, recolhimento de impostos, saúde pública, educação, eficiência energética, telecomunicações, segurança pública, dentre outros não citados explicitamente neste trabalho.

Um exemplo desse tipo de prestação de serviços à sociedade, com a utilização de tecnologia de computação em nuvem no Brasil, é o da Nuvem criada pelo SERPRO, que hospedará serviços que atenderão a 80 cidades digitais brasileiras (SERPRO, 2016).

Prover tais serviços de forma a atender a essa demanda exige recursos tecnológicos capazes de entregar o desempenho adequado, garantir uma infraestrutura elástica, e com grande poder de processamento e armazenamento, respeitando as premissas de governança, transparência, segurança, mobilidade, portabilidade, crescimento escalável amparado nas melhores práticas de governança de TI e orientado por melhores práticas e frameworks de mercado, tais como: ITIL®, Cobit®, TOGAF®, PMBoK® (PMI,2013); esses '*frameworks*' consagrados mundialmente e largamente seguidos pela iniciativa pública e privada

orientam o planejamento, gerenciamento e execução de projetos, os quais de uma forma geral suportam a estrutura que viabiliza a construção de cidades digitais, e suas ofertas de serviços. Para tanto, as tecnologias de computação em nuvem, sejam elas públicas, privadas, ou híbridas, têm se apresentado como uma alternativa eficiente e aderente a esses requisitos de arquitetura de solução.

1.1 Objetivos e Contribuições

Um sistema ou metodologia de apoio à tomada de decisão tem por objetivo orientar as escolhas de solução de problemas complexos, incorporando conhecimento e julgamentos e organizando a análise de forma que todas as variáveis e fatores que influenciam a tomada de decisão possam ser classificados, hierarquizados, debatidos e priorizados. (Saaty, 1971).

O objetivo principal desta proposta é o desenvolvimento de um método de apoio à tomada de decisão para a seleção e priorização de sistemas para publicação em Computação em Nuvem a ser aplicado em Cidades Digitais e em instituições privadas, com foco em análise multicritério.

O problema estudado neste trabalho pode ser apresentado por meio da seguinte pergunta: 'É possível a elaboração de critérios e subcritérios consistentes, para uso de metodologia multicritério em apoio à tomada de decisão, quando da necessidade de seleção e priorização de sistemas para a publicação em nuvem?'

Neste contexto, este trabalho apresenta uma abordagem voltada para que o gestor, ou gestores responsáveis pela tomada de decisões, possam dispor de um método eficaz e eficiente, que de maneira prática e objetiva organiza e estrutura o processo de toma de decisão, amparado num conjunto de critérios multidisciplinares que reforçam a abordagem sistêmica da análise, e implementado por meio do método de auxílio a tomada de decisão multicritério AHP, o que dá subsídio matemático a proposta. Assim propõe-se um método de análise para a seleção e priorização de sistemas para a publicação em nuvem, que considera os principais aspectos de gestão estratégica, financeira, de governança e tecnologia. Neste caso, a estrutura do AHP foi hierarquizada em 4 níveis (Função Objetivo, Categorias de Critérios, Subcritérios, Sistemas Avaliados), e 20 subcritérios de avaliação. As Categorias de Critérios (Análise Financeira, Arquitetura Tecnológica, Governança, Inclusão Digital, Objetivos Estratégicos) foram selecionadas a partir de pesquisas na literatura técnica disponível mais recente nestas áreas, que

demonstram como a computação em nuvem tem sido aplicada para viabilizar o fornecimento de serviços tanto para empresas privadas e seus clientes ao redor do globo, quanto para cidades inteligentes e seus cidadãos.

As principais contribuições deste trabalho podem ser sumarizadas em:

- A. Definição de critérios multidisciplinares que permitam ao gestor efetuar uma análise holística e hierárquica, mesclando critérios cruciais no contexto de tomada de decisão na maior parte das organizações públicas ou privadas, tais como: Análise Financeira, Arquitetura tecnológica, Governança de Gestão de Sistemas de Informação, Inclusão Digital e Objetivos Estratégicos;
- B. Proposição da análise de sensibilidade para avaliar a importância relativa de cada variável comparada no modelo, e a criação de cenários de simulação que demonstram como o sistema é afetado por mudanças em variáveis com grande peso na tomada de decisão, após o julgamento dos decisores;
- C. Avaliação dos resultados das simulações, contribuindo para a parametrização da análise dos resultados experimentais;
- D. Avaliação dos resultados dos experimentos práticos, que contribuem para a aplicação do modelo proposto em outras situações reais, em condições semelhantes a esta explorada nesse trabalho.
- E. A criação de um passo a passo que demonstra com clareza como aplicar este método.

1.2 Organização do Trabalho

Os tópicos abordados neste trabalho tratam da base teórica, ferramentas e processos utilizados para a elaboração e implementação do algoritmo proposto. A dissertação é composta pelos seguintes capítulos:

A Introdução, como primeiro capítulo, apresenta objetivo, o problema investigado e a justificativa do trabalho.

Capítulo 2: Explana aspectos da Computação em Nuvem, relevantes para este trabalho, com o intuito de facilitar a compreensão das tecnologias aqui abordadas; Capítulo 3: São abordadas questões relacionadas a Cidades Digitais, e algumas de suas características e serviços que podem ser beneficiadas pelo uso

de tecnologia de Computação em Nuvem; Capítulo 4: Elucida fundamentos básicos da problemática de seleção e priorização de portfólio de projetos; Capítulo 5: Discorre sobre conceitos fundamentais de análise multicritério e justifica a escolha do AHP neste trabalho; Capítulo 6: Descreve as atividades de implementação e execução dos testes de simulação e dos experimentos práticos, e os seus resultados observados; Capítulo 7: Discute sobre a metodologia aplicada e o experimento prático; Capítulo 8: Análise dos resultados do experimento prático; Capítulo 9: Apresenta as considerações finais, disserta sobre a conclusão do trabalho e lista perspectivas futuras; Referências: Lista o conjunto de referências explicitamente citadas; Anexo A: Explica o passo a passo de aplicação do AHP, demonstrado em um exercício detalhado e didático.

2. COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Segundo o *National Institute of Standards and Technology* (NIST, 2011), Computação em Nuvem é um modelo para prover uma fonte compartilhada de recursos computacionais configuráveis e sob demanda (rede de dados, servidores, capacidade de armazenamento, aplicações e serviços) de forma ubíqua e conveniente, que podem ser rapidamente fornecidos ou liberados a seus usuários, com mínimos esforços de gerenciamento ou intervenção de um provedor de serviços.

Ainda de acordo com o NIST (2011), os serviços de Computação em Nuvem são compostos por 5 características fundamentais (serviços sob demanda, acesso a rede banda larga, fonte de recursos compartilhados, elasticidade rápida, Serviços gerenciados), quatro modelos de serviço, e cinco formas de implementação (Nuvem Privada, Nuvem Comunitária, Nuvem Pública, Nuvem Híbrida).

Carr (2009), afirma que a finalidade básica das tecnologias de computação em nuvem é a provisão de recursos computacionais aos consumidores desses serviços, de forma que a operação e a manutenção do aparato tecnológico que mantém a nuvem funcionando, seja uma responsabilidade apenas dos provedores dos serviços de computação em nuvem.

2.1 Características Fundamentais:

Serviços sob Demanda: um usuário da nuvem pode provisionar capacidades computacionais (poder de processamento, armazenamento, aplicações, dentre outras) de acordo com a suas necessidades, de maneira automatizada e sem precisar da intervenção de mão de obra de nenhum provedor de serviço.

Acesso através da Rede: os recursos são acessados a partir de uma conexão de rede banda larga, e podem ser utilizados através de plataformas heterogêneas como *notebooks, desktops, tablets, smart fones*.

Fonte de Recursos Compartilhados (Nuvem Híbrida): os recursos são compartilhados dinamicamente entre vários usuários distintos num modelo de arquitetura multi-inquilinos (*multi-tenant*), no qual recursos virtuais e físicos são

atribuídos aos usuários conforme a demanda de cada momento. Exemplos desses recursos são: processamento, memória e armazenamento de dados.

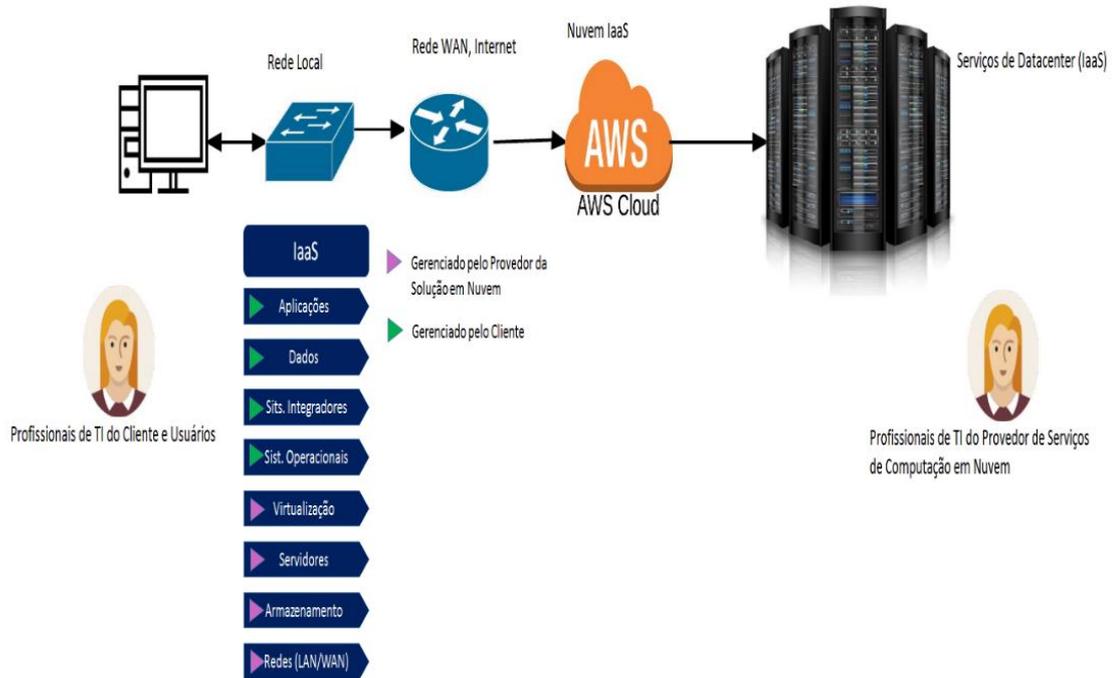
Elasticidade Rápida: essa tecnologia fornece os recursos necessários a cada cliente de maneira quase imediata, com base em monitoramento contínuo do ambiente e provisionamento ou liberação de recursos baseado em parâmetros pré-definidos que indicam quando determinado recurso deve ser adicionado ou liberado para atender a demanda instantânea de cada cliente e/ou serviço contratado. Este serviço pode ser prestado em modelos de *Cloud* Pública, Privada ou Híbrida.

Serviços Gerenciados: sistemas de Computação em Nuvem monitoram e controlam todas as variáveis do ambiente, esses sistemas de controle baseiam-se em linhas de base de desempenho definidas dinamicamente para cada tipo de recurso (memória, banda de rede, processamento, etc.), após um período de coleta de dados inicial, para cada tipo de serviço contratado para cada cliente. Sempre que o monitoramento indicar a necessidade de provisionar ou liberar algum recurso, comparando o comportamento instantâneo de cada variável com sua linha de base, isso pode ser feito de maneira automática, sem intervenção humana. Todos os relatórios sobre o desempenho dos serviços, e a necessidade de provisionar ou liberar recursos ficam à disposição do provedor de serviços e de seu cliente, o que dá a transparência necessária para o acompanhamento de indicadores como: disponibilidade, desempenho, alocação de recursos dentre outros.

Modelos de Serviços

IaaS: infraestrutura como Serviço é o modelo de serviço no qual os clientes podem contratar basicamente recursos de *Hardware* (Redes de Dados, Servidores, Memória, Processamento, *Firewall*, *IDS/IPS*, Balanceadores de Carga, dentre outros) como um serviço. O Cliente pode instalar seus Softwares e Aplicações em geral nessa infraestrutura, mas não terá controle sobre nenhum elemento de *Hardware*, e terá total controle sobre todo o Software instalado sobre a infraestrutura contratada, conforme pode ser notado na Figura 1.

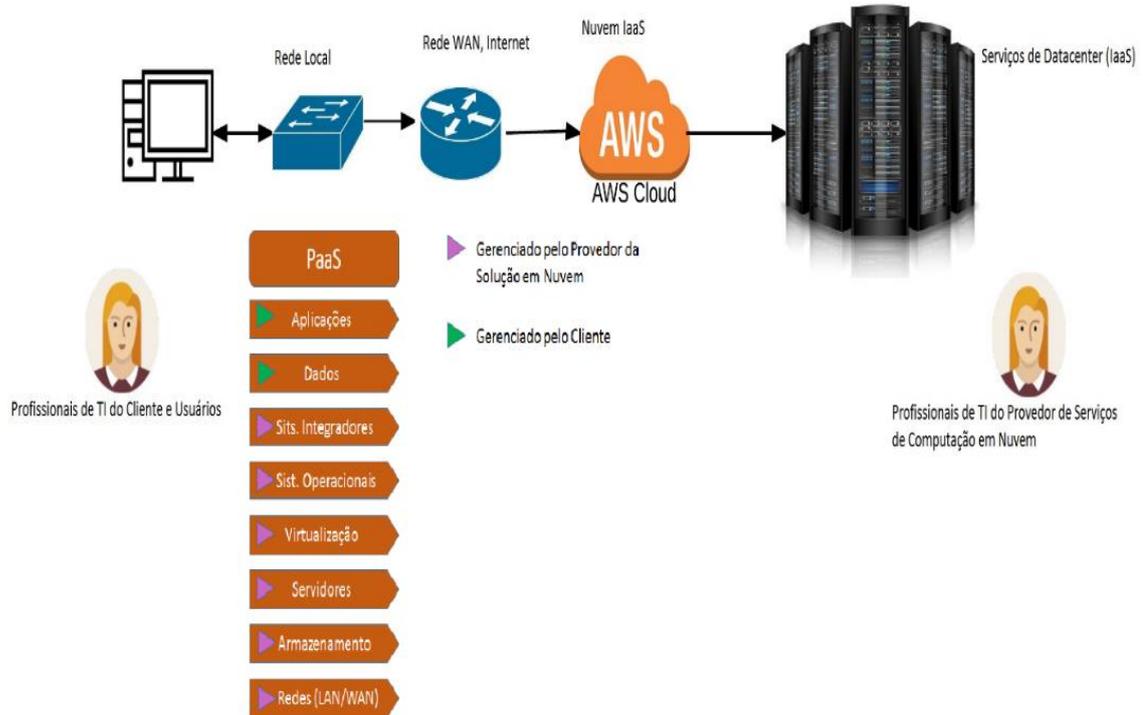
Figura 1 - Exemplo de Nuvem IaaS (Infraestrutura como Serviço)



Fonte: elaboração própria, 2016

PaaS: plataforma como Serviço oferece uma plataforma de aplicações para o cliente, sem que ele tenha que se preocupar diretamente com a infraestrutura que suporta essa plataforma. O cliente pode gerenciar, executar e controlar, desenvolver, compilar, analisar os problemas, e fazer o *deploy* dos seus serviços baseados em *Web*. Conforme descrito na Figura 2 o cliente só tem acesso às aplicações e aos seus dados.

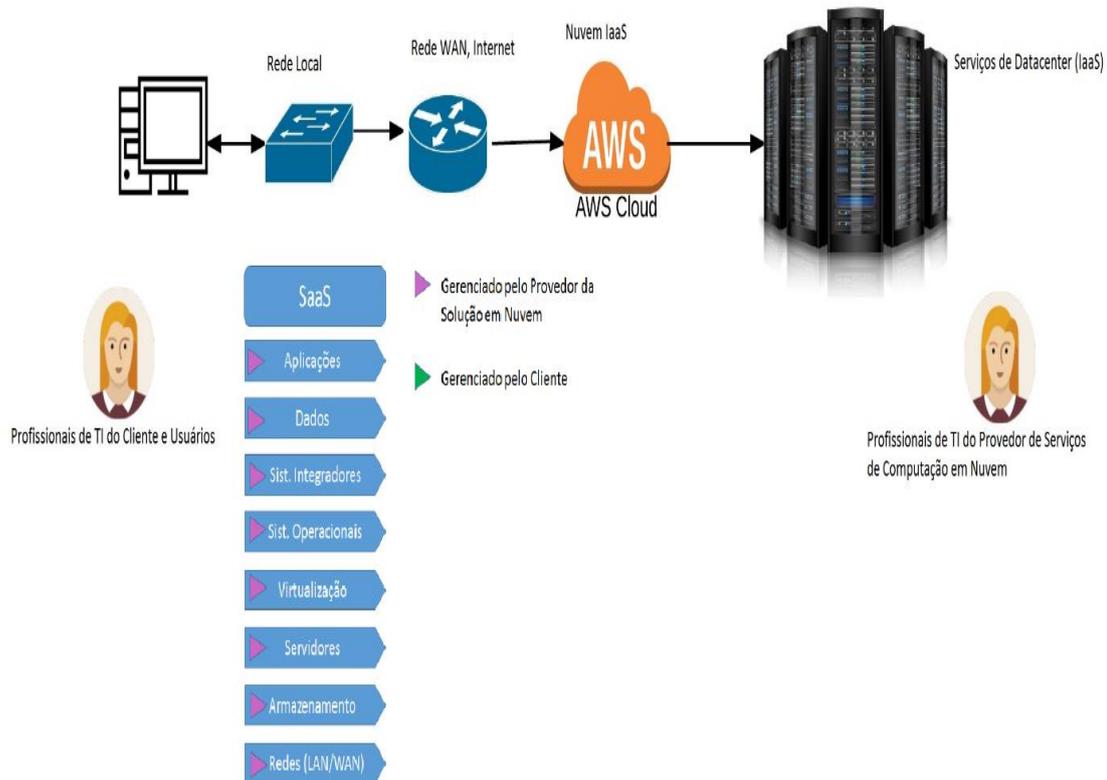
Figura 2. Exemplo de Nuvem PaaS (Plataforma como Serviço).



Fonte: elaboração própria, 2016

SaaS: *software* como serviço é a modalidade na qual o cliente pode contratar programas e aplicações computacionais como um serviço, sem ter necessariamente que comprar licenças de uso, nem instalar os programas nas máquinas dos usuários, pois basta acessar a internet para executá-los, alguns serviços provisionados nessa modalidade são: telefonia IP, e-mail e mensageria, loja virtual (*eCommerce*), *CRM*. A Figura 3 mostra que nesse modelo o cliente só terá acesso ao uso das aplicações contratadas.

Figura 3. Exemplo de Nuvem de Software como Serviço.



Fonte: elaboração própria, 2016

Colocation: nesta modalidade todo o *hardware* e o *software* nesse modelo é provido e gerenciado pelo cliente, apenas a infraestrutura da sala do *Datacenter*, a energia elétrica, e o cabeamento das redes locais são fornecidos pelo provedor de *Datacenter*. Este modelo costuma ser escolhido por clientes que não desejam investir grandes quantias de dinheiro na construção, e manutenção de salas de datacenter, o que costuma exigir um investimento na casa dos milhares de dólares. No entanto, no *colocation* o cliente precisa dispor de uma equipe técnica altamente qualificada para todos os componentes do *Datacenter*: aplicações, dados, servidores de integração, sistemas operacionais, ambientes virtualizados, servidores físicos, servidores de armazenamento, Redes LAN/WAN.

As principais diferenças sobre os níveis de gerenciamento da nuvem pelo time técnico do cliente são sumarizadas conforme pode-se verificar na Figura 4:

Figura 4. Comparativo entre as três arquiteturas mais comuns de Computação em Nuvem



Fonte: elaboração própria, 2016

O uso desse tipo de tecnologia pode trazer grandes benefícios para grupos de usuários que demandem elasticidade de poder computacional, taxa de transmissão de dados, armazenamento e serviços compartilhados. Por exemplo, serviços como o processamento de chamadas de um *callcenter* de uma concessionária de energia elétrica, durante uma pane no fornecimento de energia, certamente sofrerá um incremento significativo do número de chamadas entrantes originadas por usuários afetados. Supondo que esse serviço esteja hospedado numa plataforma de *cloud* privada ou híbrida, e que esta possua a capacidade de crescimento elástico conforme a demanda instantânea, e de forma automática, ao notar o volume anormal de chamadas os recursos de memória e processamento alocados para esta URA (unidade de resposta audível) seriam aumentados temporariamente até que o volume de chamadas simultâneas voltasse ao normal para o período, e a concessionária pagaria uma taxa adicional ao provedor de *Cloud* pelo uso do maior poder de processamento e memória alocados, pelo período equivalente a duração do alto volume de chamadas. Nesse exemplo todos

os envolvidos seriam beneficiados: a concessionária teria os seus clientes melhor atendidos, estes saberiam informações sobre a falta de energia e o provedor de *Cloud* teria um aumento de receita por fornecer um serviço adicional (crescimento elástico do poder computacional) por um período.

Um dos maiores desafios enfrentados por consumidores de serviços de computação em nuvem está na definição e no cumprimento de acordos de nível de serviço (*Service Level Agreement*), baseados em conceitos de Qualidade de serviço (*Quality of Service*) para cada um dos recursos contratados, inclusive aqueles relacionados a Tráfego de links *WAN* (*Wide Area Network*), poder de processamento, memória, armazenamento, tempo de recuperação de desastres, tempo de subida de máquinas físicas e virtuais (Ramasivakarhik, K. Annapureddy e Y. Raivio, 2011). Muitas pesquisas, tais como: (Lee, Lee, Rhee, 2013), (Li et. Al., 2012), (Lee, Hancock e Hu, 2013), (Khan e Kiani, 2012), (Marston et. Al., 2011), têm abordado a definição de serviços com o propósito de prover interoperabilidade entre plataformas de diferentes fabricantes baseados em tecnologias abertas, para que tais serviços possam ser monitorados e controlados em tempo real, operando dentro dos parâmetros de *SLA* e *QoS* definidos em contrato.

2.2 Taxas de Transmissão de Dados e Latência

Os diversos serviços de tecnologia da informação (*Enterprise Resource Planning*, *Customer Relationship Management*, *e-mail*, comunicação, videoconferência, armazenamento de conteúdo, etc.) que podem ser providos numa solução de Computação em Nuvem, possuem diferentes criticidades, e demandam diferentes taxas de transferência de dados para que o seu desempenho atenda às necessidades de negócio de acordo com a sua finalidade.

A fim de auxiliar no dimensionamento da infraestrutura de telecomunicações a ser adotada para soluções de computação em nuvem, a Figura 5 e as Tabelas 1,2 e 3 descrevem como se comportam as taxas de *download* e *upload* de acordo com a característica de cada serviço, descritos em CISCO (2015), que divide esses serviços em três categorias como: Serviços Básicos, Intermediários e Serviços Avançados. As taxas de transferência de *Download* e *Upload*, bem como a latência são informações fundamentais para garantir o desempenho adequado para os serviços providos por computação em nuvem.

Figura 5. Descrição dos perfis de consumo de banda por tipo de aplicação



Fonte: Adaptado de Cisco (2015)

As Tabelas 1, 2 e 3, trazem alguns exemplos de aplicações básicas intermediárias e avançadas, e como elas se relacionam com as taxas de transferência e a latência.

Tabela 1 – Aplicações básicas e seus perfis de consumo de banda.

| Apps | Descrição | Tx Download | Tx Upload | Latência |
|-------------------------|---|----------------|--------------|----------|
| Stream de áudio e vídeo | Entrega de áudio e vídeo, sem a necessidade de download de arquivos, mas com conexão em tempo real com um servidor de conteúdo. | Alta | Baixa | Média |
| Email e Chat | Uma aplicação de mensageria que permita a troca de emails e mensagens instantâneas | Baixa | Baixa | Média |
| VoIP | Aplicações de comunicação de voz sobre IP | Baixa | Baixa | Média |

| | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|
| Navegadores e Pesquisas na Web | Acelera o uso de navegadores e pesquisas através do uso de tecnologias que dividem o seu processamento em nuvem | Baixa | Baixa | Média |
| Sistemas de Gerenciamento de Aprendizado baseado em Nuvem | Provê aos seus usuários a flexibilidade de acesso e colaboração centralizada entre eles. Com o conteúdo do aprendizado armazenado em nuvem, os alunos não precisam estar fisicamente presentes para concluírem suas atividades. | Alta | Média | Média |
| Conferência na rede | Aplicação que permite a realização de vídeoconferência entre os seus participantes, com o uso de áudio e vídeo. Algumas dessas aplicações podem ser acessadas a partir de simples navegadores como Chrome e Internet Explorer. | Média | Média | Média |

Fonte: Cisco (2015)

Tabela 2- Aplicações Intermediárias.

| Apps | Descrição | Tx Download | Tx Upload | Latência |
|--|---|--------------------|------------------|-----------------|
| ERP, CRM | O ERP permite que o cliente gerencie todas as tarefas administrativas de suporte (finanças, RH, Vendas, Estoque, Logística, etc) em um único sistema, o CRM gerencia todas as informações referente ao relacionamentos com os clientes (cadastros, histórico de compras, contatos, etc) | Média | Baixa | Média |
| <i>Stream</i> de vídeo em alta definição | Transmissão de áudio e vídeo em alta resolução, sem a necessidade de | Alta | Baixa | Baixa |

| | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|
| | download de arquivos a partir de um servidor de conteúdo acessado via Internet. | | | |
| Vídeo conferência | Tecnologias de vídeoconferência que permitem que duas ou mais pessoas se reúnam via internet, a partir de diferentes locais no globo. | Média | Média | Média |
| Registradores Eletrônicos de Pacientes (EHR) | <i>Eletronic Health Records</i> são usados para coletar e transmitir dados de pacientes em monitoração para provedores de serviços de saúde envolvidos no atendimento ao paciente. | Média | Alta | Baixa |
| Voz sobre LTE (VoLTE) | Esse sistema padrão provê tráfego de dados via VoLTE. | Baixa | Baixa | Baixa |
| Servidor de Conteúdo Pessoal | São servidores de conteúdo assíncronos que permitem que seus usuários armazenem vários arquivos em pastas pessoais, e possam fazer o download deles de uma única vez através da internet. | Alta | Alta | Baixa |

Fonte: Cisco (2015)

Tabela 3 - Aplicações Avançadas.

| Apps | Descrição | Tx Download | Tx Upload | Latência |
|--------------|---|--------------------|------------------|-----------------|
| Telemedicina | É a tecnologia que viabiliza a troca de informações, a comunicação em tempo real, e até mesmo a execução de procedimentos médicos à distância usando diferentes equipamentos como: desktops, notebooks, equipamentos médicos, celular, tablet, robôs, vídeoconferência dentre outros. | Média | Média | Baixa |

| | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|
| Videoconferência em alta definição | Provê serviços de vídeoconferência para que duas ou mais pessoas em diferentes locais possam se reunir via internet com resolução em alta definição. | Alta | Alta | Baixa |
| Streaming de vídeo em alta definição | Entrega de vídeo em alta definição via internet, a partir de um servidor de conteúdo sem a necessidade de download de nenhum arquivo. | Alta | Alta | Baixa |
| Escritório Virtual | Trata-se de um espaço virtual de trabalho via links de comunicação, que oferece serviços de comunicação em tempo real, endereçamento na internet (email, website, videoconferência, etc), sem a necessidade de um espaço físico. | Média | Média | Baixa |
| Negociação de Ações em Alta Frequência | Essas aplicações são capazes de processar alto volume de negociações em frações de segundo, de acordo com as alterações das condições do mercado, baseadas em algoritmos sofisticados. | Baixa | Baixa | Baixa |
| Aplicações Seguras para Veículos Telecomandados | São um conjunto de aplicações com o objetivo de prover tecnologias, interfaces, e processos que combinados permitam o funcionamento de sistemas de transportes multimodais e interconectados, de forma segura, eficiente, interoperável, confiável para minimizar os riscos, e maximizar as oportunidades de sua utilização. | Baixa | Baixa | Baixa |

Fonte: Cisco (2015)

3 UMA BREVE INTRODUÇÃO A RESPEITO DAS CIDADES DIGITAIS

Guerreiro apud, Holanda, Dall’Antonia e Souto (2006) sobre cidades digitais,

ambiente ou plataforma de rede digital (...) que interliga sistemas tecnológicos avançados para conectar serviços públicos, bens, marcas, escolas, organizações do terceiro setor, empresas, micro e macrocomunidades de pessoas, disponibilizando informações em diversas ordens e padrões com o propósito de desenvolver as potencialidades da sociedade de informações e transformar o cidadão em ator e protagonista de uma outra realidade: a virtual.

De acordo com Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2012), a população global continua a crescer. Em 2050, estima-se que seremos 9,2 bilhões de habitantes, destes cerca de 70% estarão vivendo em áreas urbanas, e com a melhoria do índice de qualidade de vida na maior parte dos países o envelhecimento da população tem acelerado nos últimos anos. A combinação desses fatores torna ainda mais urgente a necessidade de pensar em soluções para a administração adequada dos finitos recursos naturais, e a criação da infraestrutura adequada para a produção de serviços básicos para a população que incluem, mas não se limitam a: saneamento básico, energia, água potável, alimentação, transporte e ar puro.

Nesse contexto, é importante o desenvolvimento de técnicas que viabilizem a análise da problemática das cidades inteligentes de maneira holística, uma vez que as novas tecnologias de comunicação como Wi-Fi, Wimax, LTE, Internet banda larga e a mais recente delas, a Internet das coisas, aliadas ao uso de diversos tipos de dispositivos para acesso e processamento de informações, como: *desktops*, *notebooks*, telefones celulares, *tablets* dentre outros, essas tecnologias permitem a conexão do cidadão a partir de praticamente de todos os lugares nos quais houver um desses tipos de equipamento, com a cobertura de alguma das tecnologias de comunicação citadas. Portanto, o acesso a serviços públicos viabilizados pela combinação das telecomunicações com a computação em nuvem se torna ubíqua, ou onipresente.

3.1 Computação em Nuvem e a Inclusão Digital

Segundo Leijten apud Holanda *et. al.* (1997), introduzir um novo serviço à população requer um planejamento sistêmico que integre a visão tecnológica, as estruturas organizacionais fundamentais para a prestação do serviço, e os usuários do novo serviço, de forma a considerar os aspectos socioculturais que envolvem a implantação do novo serviço sem causar ruptura.

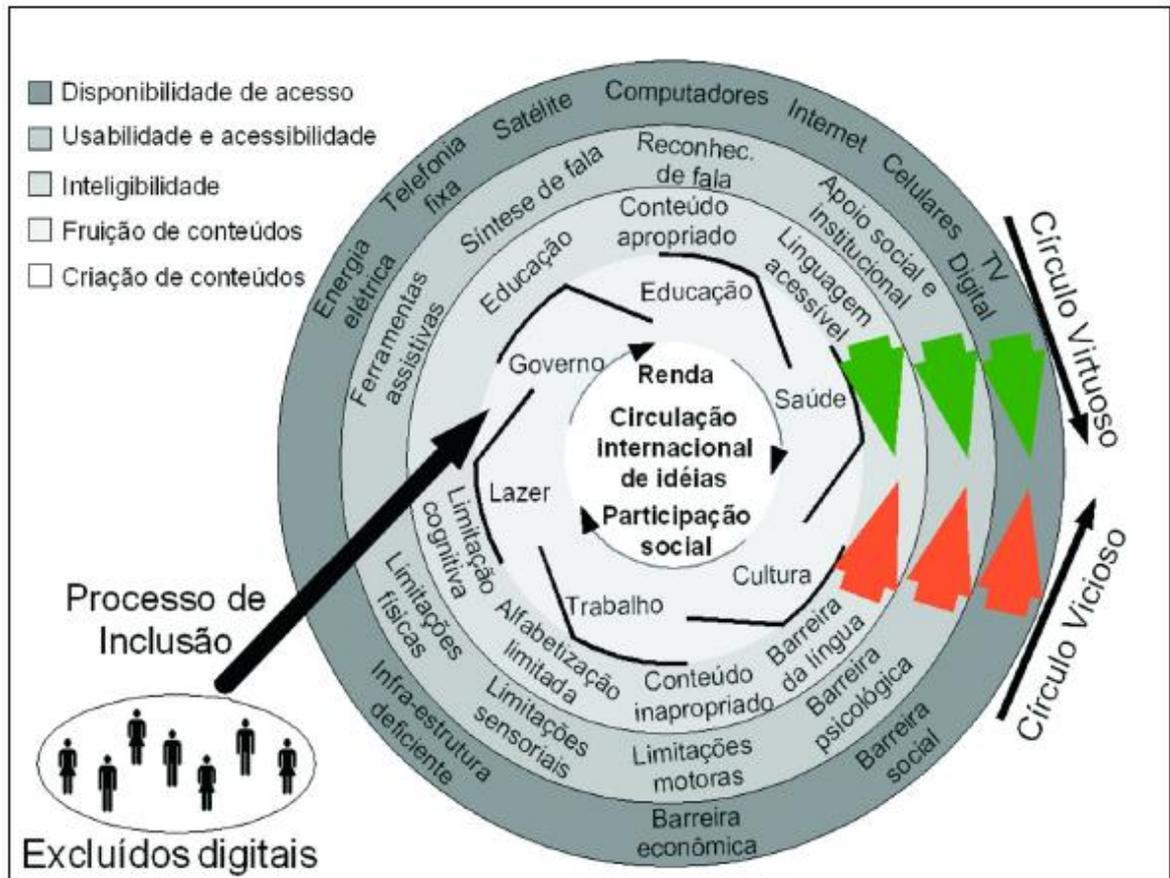
Sob a óptica dos aspectos socioculturais é importante levar em consideração as características mais relevantes de cada porção da sociedade na qual se planeja a criação de serviços para atender a uma população em específico. É necessário adequar o modelo de prestação de serviço, e o tipo de tecnologia a ser empregada às peculiaridades exclusivas de cada região, a fim de aumentar o potencial de inclusão desses serviços, e evitar que se crie novos meios de segregação social.

Em concordância com Tambascia *et. al.* (2006), as principais barreiras à inclusão digital são:

- 1) Disponibilidade: refere-se à disponibilidade de acesso aos recursos físicos e estruturais como computadores, equipamentos de conectividade à internet e às redes de computadores
- 2) Usabilidade e Acessibilidade: está relacionada à adaptação ao uso, no que se refere ao quão amigável a solução é para cidadãos com diferentes características físicas e cognitivas, que incluem, mas não se limitam a: limitações cognitivas, grau de instrução, deficiências físicas, motoras e psicológicas.
- 3) Inteligibilidade: define as características de interface, idioma, linguagem e até mesmo o tipo de conteúdo abordado. É fundamental que exista relevância e entrega real de valor ao usuário.

O Quadro 1 sintetiza a relação evolutiva e seus principais agentes no processo de construção de uma cidade digital inclusiva.

Quadro 1. Modelo conceitual do processo de inclusão digital



Fonte: Ávila *et. al.* apud Holanda, Souto, Dall'Antonia (p. 60, 2006)

Sociedade Informacional, na qual os cidadãos são protagonistas da produção e compartilhamento de conteúdos, da fruição de ideias e na troca de experiência de modo a criar um ambiente mais inclusivo, acolhedor e dinâmico. Esses componentes estão organizados no Quadro 2.

Quadro 2. Taxonomia da Inclusão Digital

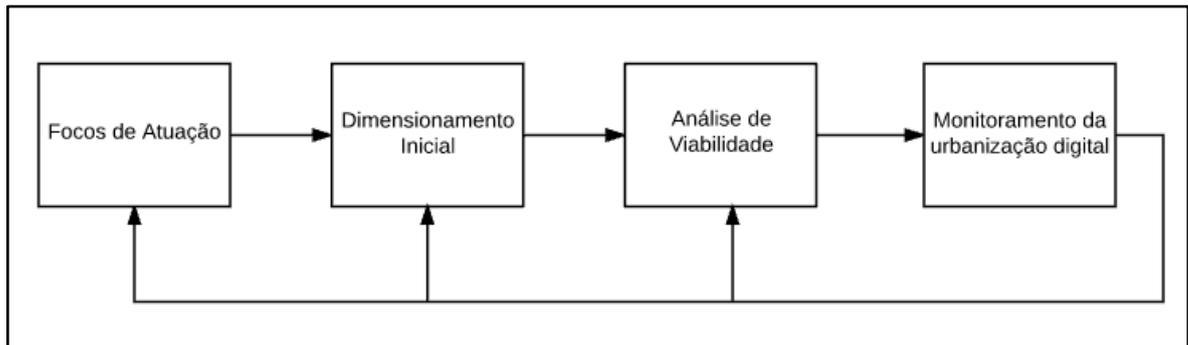


Fonte: Tambascia *et. al.* apud Holanda, Souto, Dall'Antonia (p. 57, 2006)

3.2. Planejando uma cidade digital

Em consonância com Dall'Antonia e Souto (2006), para o adequado planejamento de uma cidade digital é essencial a formulação de uma metodologia em que seja possível analisar de maneira específica as características de cada cidade e de sua população, identificar suas principais e mais urgentes necessidades, identificar a infraestrutura pré-existente, propor cenários de projetos de melhorias financeira e tecnicamente viáveis, o planejamento e o gerenciamento da mudança, ou seja, a transição do estado inicial para o desejado, e a instituição de processos, ferramentas e técnicas que proporcione condições de monitorar e controlar a execução desses projetos ao longo do tempo. A fim de endereçar adequadamente essas questões sugere-se o desenvolvimento de uma metodologia de planejamento de cidades digitais que contenha os 4 principais processos segundo o quadro 3.

Quadro 3. Metodologia de Planejamento de Cidades Digitais



Fonte: Dall'Antonia e Souto (p.119, 2006)

As quatro fases do quadro 3, são explanadas a seguir:

Focos de Atuação: essa é uma fase de investigação e levantamento de requisitos, na qual será executado o diagnóstico do estado inicial de urbanização da cidade, as tecnologias pré-existentes, suas principais e mais urgentes necessidades, suas lacunas e barreiras tecnológicas. Tais informações são insumos preciosos no processo de seleção e priorização das soluções mais aderentes a cada cidade digital.

Dimensionamento Inicial: uma vez definido os focos de atuação, é necessário dimensionar a infraestrutura pública e privada da região para o atendimento às demandas dos serviços mais urgentes e necessários. Criação dos planos de gerenciamento da mudança, ou transição, do estado atual para o estado desejado. Tal plano deve considerar a criação de parcerias público-privadas, a fim de integrar todos os agentes sociais capazes de agregarem valor e capitalizar os resultados dessa transformação de maneira plural, abrangente e inclusiva.

Análise de Viabilidade: após a conclusão da fase dimensionamento inicial, é necessário selecionar e priorizar quais projetos deverão ser executados em cada ciclo de planejamento e execução. Recomenda-se a utilização de um método de auxílio à tomada de decisão capaz de tratar questões quantitativas e qualitativas, tangíveis e intangíveis, que incluem, mas não se limitam a: Recursos Financeiros, Mão de obra, Objetivos Estratégicos (Plano diretor), Tecnologia, Governança, Inclusão Digital. Todavia, não se deve ignorar outras variáveis, tais como: incentivos fiscais, fundos setoriais e de universalização, e a influência de empresas e organizações não governamentais.

Monitoramento da urbanização digital: esta fase é contínua e permeia todas as demais, pois, trata-se do monitoramento e controle da execução dos projetos, bem como da revisão das tecnologias selecionadas para cada iniciativa, o que recomenda-se fazer com frequência não superior a um ano, devido à velocidade da evolução tecnológica, e à variação de preços para sua aquisição ao longo do tempo. A saída principal dessa fase é o Plano Diretor para a execução dos projetos selecionados e revisados em consonância com as fases anteriores retroalimentando-as a cada revisão do plano, conforme representado no Quadro 3.

4 SELEÇÃO E PRIORIZAÇÃO DO PORTIFÓLIO DE PROJETOS

Independentemente do tipo de organização, seja ela pública ou privada, com ou sem fins lucrativos, todas dispõem de uma capacidade de realização finita, cujas restrições comumente são as mesmas: capital disponível, tempo e força de trabalho. Esse cenário exige a definição de um método estruturado de seleção e priorização das iniciativas que viabilizarão as entregas de maior valor agregado, ou ainda, às que resolverão os problemas de maior prioridade e urgência que manterão a organização nos rumos traçados em sua estratégia para atingir sua Visão e cumprir sua Missão.

Nesse sentido o PMI (*Project Management Institute*) criou o *Standard For Portfolio Management*, que versa sobre as melhores práticas de gerenciamento do portfólio de projetos. Ainda segundo o PMI, o portfólio de projetos pode ser definido como (PMI, 2013):

Um Portfólio é um componente composto por uma coleção de programas, projetos, ou operações gerenciadas de maneira coordenada para o atingimento de objetivos estratégicos. Os seus componentes são quantificáveis, isto é, eles podem ser mensurados, ranqueados e priorizados.

A estratégia funciona como uma bússola que aponta a direção a ser seguida para que a organização atinja seus objetivos. Segundo Van Derwe (2002) a estratégia é o conjunto de esforços gerenciais para a formulação da estratégia, planejamento de sua execução, monitoramento e controle de seu desempenho durante a execução, e monitoramento da realização de benefícios ao fim de cada iniciativa concluída. O processo de gerenciamento estratégico objetiva mover a organização de seu estado atual para um estado futuro orientado pela sua visão e missão.

A estratégia é implantada por meio da execução de projetos, programas e portfólios que permitirão o direcionamento dos recursos da empresa de forma estruturada e coordenada para as iniciativas definidas como prioritárias no planejamento estratégico.

4.1 A Estratégia e sua influência na Seleção e Priorização do Portifólio de Projetos

Segundo Poli e Shennar (2004), a estratégia do projeto é a óptica do projeto, é o leme que o direciona para atingir o melhor resultado possível, e maximizar a probabilidade de entrega de valor e de vantagem competitiva da organização. Nesse sentido, a estratégia de projetos pode ser analisada por meio de 6 elementos, conforme a Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Elementos de análise.

| Elemento da Estratégia do Projeto | Pergunta | Detalhe |
|--|---|---|
| Objetivo | Por que fazemos isso? | Quem é o cliente? Qual a sua necessidade? Como endereçamos essa necessidade? Qual é a oportunidade de Negócio? |
| Definição do Produto | Em que consiste o Produto? | O que será produzido? Quais seus requisitos funcionais? Quais as suas especificações técnicas? |
| Vantagem Competitiva e Entrega de Valor | Por que isso é bom? Isso é melhor que outras opções semelhantes? O que faria o cliente comprar isso? Qual o valor para nós? | Como nossos clientes terão vantagem sobre: - Competidores - Produtos já existentes - Diminuição de Custo, aumento de eficiência? - Como nós nos beneficiaríamos? |
| Perspectiva de Negócios | O que esperamos? Como avaliar o Sucesso dessa iniciativa? | Quais as dimensões de sucesso especificadas? Qual o plano/modelo de Negócios? |
| Definição do Projeto | O que é o projeto? Como o projeto será feito? | Escopo do Produto, e Escopo do Projeto (SOW – <i>Statement of Work</i>) Tipo do Projeto – Classificação Recursos – Tempo, Investimento, Força de Trabalho, etc. |
| Foco Estratégico | Qual será o nosso posicionamento? O que será feito para alcançarmos o melhor resultado possível? Como construir uma real vantagem competitiva | Guias de Conduta e Comportamento, Posicionamento Políticas de captação e alavancagem de: - Competências da empresa - Experiência profissional especializada - Sinergia entre os departamentos e áreas de negócio - Alianças externas |

Fonte: Poli e Shenar (2004)

No contexto da análise do planejamento estratégico, e o seu impacto na seleção e priorização do portfólio de projetos, os conceitos a seguir auxiliam a compreender os pontos críticos para a implementação de uma metodologia madura de gestão de portfólio de projetos:

Definição de Sucesso do Projeto: um projeto pode ser definido como bem-sucedido se o mesmo for entregue sem exceder os custos ou o prazo definido, atender aos critérios de qualidade acordados, e principalmente satisfazer as expectativas das principais partes interessadas como cliente, equipe do projeto, órgão reguladores e ambientais (Barcaui, 2008).

Valor de Negócio: de acordo com o PMI (2013), este é um conceito único para cada empresa, e representa a soma de todos os ativos tangíveis e intangíveis de uma organização. Neste contexto, a entrega de valor agregado e/ou vantagem competitiva está baseada na execução de atividades e iniciativas que construam características que tornem organização mais competitiva, com vantagens que a diferenciem de seus concorrentes assumindo uma posição de liderança e protagonismo.

Segundo o PMI (2013), a gestão eficiente do portfólio de projetos garante a seleção e a priorização adequada de iniciativas para o atingimento dos objetivos estratégicos, e suporta as organizações com fins lucrativos nos seus planos de médio e longo prazo num ambiente de constantes e frequentes mudanças. Definindo também como as forças da organização e suas competências principais serão balanceadas para:

- Gerenciar seus recursos adequadamente;
- Gerenciar a entrega de valor às partes interessadas;
- Capitalizar as Oportunidades;
- Minimizar os impactos das ameaças;
- Responder às mudanças no mercado, mudanças de ordem legal e ambientes regulatórios;
- Reforçar o foco nas atividades operacionais críticas.

Ainda conforme PMI (2013), a Figura 6 ilustra de forma visual e resumida como a o desdobramento das decisões estratégicas influenciam o Gerenciamento do Portfólio de Programas e Projetos, e das atividades operacionais responsável pela sustentação das atividades rotineiras da organização.

Figura 6. - O Contexto Organizacional do Gerenciamento de Portfólio.



Fonte: Adaptado de PMI (2013)

O Gerenciamento do Portfólio de Projetos alinhado ao planejamento estratégico organizacional contribui para o balanceamento do uso dos recursos disponíveis em ao menos 6 áreas:

Alinhamento dos projetos com o plano estratégico: todo plano estratégico é vivo, ou seja, deve ser revisado constantemente, pois inúmeros fatores internos e externos podem exigir tais ajustes, como: mudanças no cenário econômico e/ou político, alterações legais e regulamentares, alteração no quadro societário, novos entrantes no mesmo mercado ou estratégias inovadoras de concorrentes, dentre outras.

Uso dos Recursos Financeiros: o planejamento orçamentário também deve refletir os ajustes necessários para se adequar às alterações no plano estratégico, o uso adequado dos recursos podem definir o sucesso ou o fracasso das organizações, itens como: fluxo caixa dos projetos, necessidade de captação de recursos externos, alterações cambiais, decisões sobre a capitalização de mão

de obra e investimentos, impostos e taxas, programas de incentivo e financiamento subsidiados pelo governo, dentre outros aspectos.

Alocação da Força de Trabalho: a capacidade de realização de projetos é determinada por muitos fatores, no entanto um dos mais relevantes nessa equação é a força de trabalho e seu grau de especialização, logo, é fundamental a seleção e priorização dos componentes do portfólio de projetos para determinar o que será feito, e em que ordem no tempo, se será realizado com mão de obra, própria, terceirizada, ou num modelo híbrido. Adicionalmente, projetos de médio e longo prazo devem ser considerados nos planos de desenvolvimento e retenção de pessoas.

Alocação de Insumos Materiais e Equipamentos: de forma análoga à alocação da mão de obra, recursos materiais e equipamentos também influenciam na definição da capacidade de realização das organizações. Por exemplo, mesmo uma construtora de grande porte precisa considerar a quantidade de projetos simultâneos que é capaz de realizar com base em equipamentos como: guindastes, perfuradores de solo, betoneiras, retroescavadeiras, etc. Não é raro o relato de experiências de problemas em projetos causados pela dificuldade em itens mais simples como salas de reunião, recursos audiovisuais adequados para treinamentos, demonstrações, reuniões a distância, etc.

Gerenciamento dos Riscos do Portfólio: todos os componentes do portfólio devem ter seus riscos gerenciados, sejam positivos ou negativos (Oportunidades e Ameaças). É necessário que existam processos rotineiros de identificação dos riscos, análise (quantitativa e qualitativa) e classificação, Plano de Resposta aos Riscos, Monitoramento e Controle dos riscos de cada projeto e/ou programa que compõem o portfólio, assim como os riscos da interferência entre os projetos. Este último ponto requer uma atenção especial, uma vez que muitas das entregas de cada um dos projetos pode depender da disponibilidade, muitas vezes exclusiva, de recursos críticos (força de trabalho, recurso material, financeiro), e caso esse planejamento não seja realizado de forma coordenada, a falta de disponibilidade de um recurso crítico se tornará uma restrição capaz de inviabilizar sua realização sem colocar em risco o atingimento dos objetivos do projeto (entregas, tempo, custo e satisfação do cliente), e conseqüentemente de parte do planejamento estratégico.

Monitoramento e Controle da Realização de Benefícios dos Componentes do Portifólio: como os objetivos do projeto têm por finalidade a entrega dos objetivos estratégicos, o seu monitoramento estruturado e rotineiro, com a definição dos indicadores de desempenho corretos é a chave para acompanhar, identificar e executar os ajustes que aumentarão as chances de sucesso do plano estratégico.

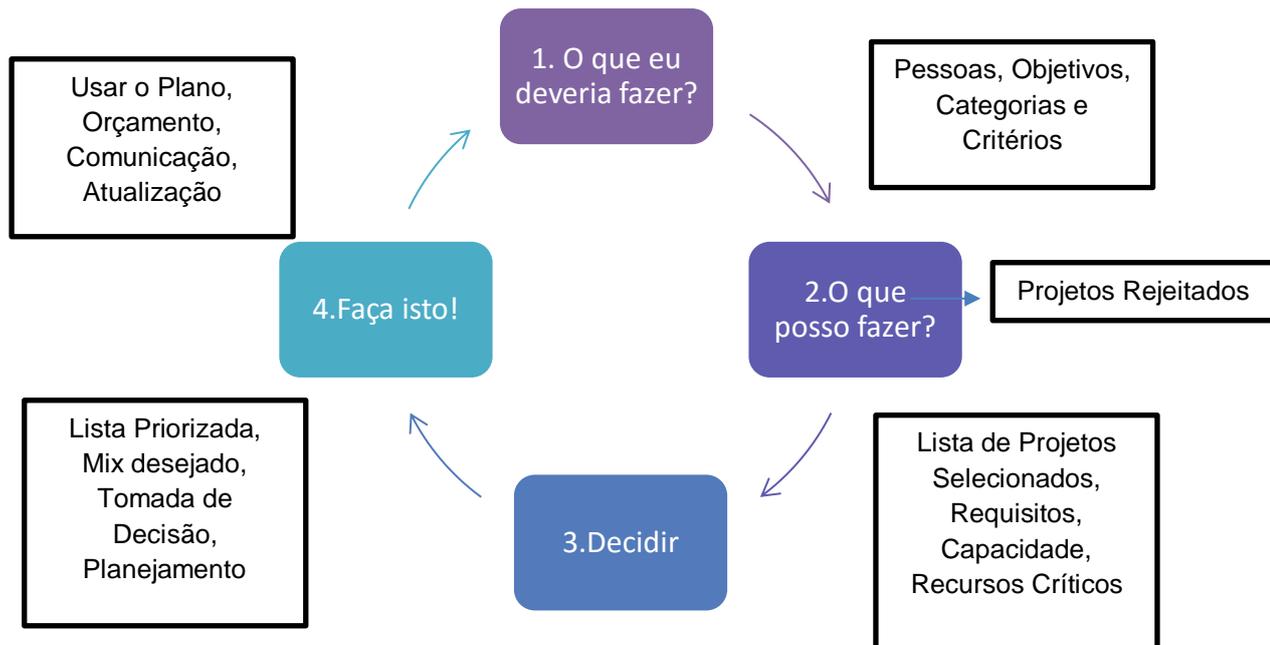
4.2 Método Sistemático de Seleção de Projetos Alinhados à Estratégia

Um dos relatos recorrentes nas organizações que buscam melhorar o seu processo de gerenciamento estratégico, é o surgimento de projetos aparentemente aleatórios ao plano estratégico. Isto provoca a perda do foco no que é mais importante, e não é rara a identificação de retrabalho, ou ainda de projetos que buscam por resultados semelhantes, mas que estão sendo executados por diferentes departamentos ao mesmo tempo, sem que ambos tenham conhecimento sobre tal paralelismo, resultando em desperdício de recursos críticos (Almeida, 2011).

A alta gerência da empresa precisa patrocinar e liderar o processo de seleção e priorização dos projetos e programas que irão compor o portfólio da organização, isto deve ser feito amparado por um processo estruturado, capaz de realizar uma análise holística de maneira a identificar as atividades inter-relacionadas entre projetos, e resolver os conflitos e riscos numa abordagem coordenada.

Conforme Randall e Graham (1999), um sistema de seleção e priorização que siga ao menos os 4 passos apresentados na Figura 7 pode contribuir com a melhoria da capacidade de realização da organização:

Figura 7 - Um método sistemático para selecionar projetos.



Fonte: Randall e Granham (1999)

Como o método apresentado na Figura 7 sugere, a primeira etapa consiste na seleção do portfólio de projetos e programas, a alta gerência deverá avaliar como base em sua estratégia, e em adequações mandatórias como alterações de regulamentação, tarifas e impostos governamentais, dentre outros. As iniciativas que não tiverem caráter mandatório deverão ser avaliadas e classificadas em categorias (por semelhança, por estarem ligados aos mesmos objetivos estratégicos, ou por compartilharem os mesmos recursos críticos), após classificados eles deverão ser avaliados em cada um dos critérios qualitativos e quantitativos de acordo com a sua natureza, de forma que seja possível dar uma nota para cada critério que irá permitir a comparação com outros projetos afim de priorizá-los, ou selecionar quais deverão ser realizados e quais serão rejeitados devido a restrições de recursos críticos.

É importante ressaltar que nem todos os critérios terão o mesmo peso na matriz que determina o racional de priorização, e que existem inúmeros métodos de análise multicritério (que serão discutidos em maior profundidade no Capítulo 5). No entanto, um dos métodos mais simples consiste em definir pesos para cada categoria de critérios, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de critérios e ponderação, criados pela Hewlett Packard



Fonte: Randall e Graham (1999).

A segunda etapa, consiste em selecionar o que será realizado, e o que será rejeitado.

A terceira etapa define em que ordem cada iniciativa será realizada considerando os vários motivadores, tais como: valor agregado de cada objetivo estratégico ao qual está associada, urgência devido a uma condição externa (lançamento de produto equivalente no mercado, tendência de ausência de matéria prima, dentre outras), ou ainda de fatores restritivos como: prazo (início de vigência de nova legislação), sazonalidade do mercado (período de colheita, início das aulas), perda do dinheiro disponível se não usá-lo até determinada data

(planejamento orçamentário), capacidade de realização de trabalhos simultâneos da mão de obra disponível.

A quarta etapa se destina a orientar a execução dos projetos na ordem definida, acompanhar os possíveis ajustes identificados conforme o tempo avança, e manter uma estratégia de comunicação que garanta o alinhamento de expectativas com todos as principais partes interessadas do projeto.

4.3 Projeto como uma ferramenta estratégica de liderança de mercado

O uso de melhores práticas, ferramentas e técnicas para o gerenciamento de projetos é fundamental para o aumento do sucesso em projetos, ou seja, a entrega dos objetivos do projeto, seus produtos, serviços e/ou resultados esperados dentro do custo, e do prazo planejado, e garantindo a satisfação das suas partes interessadas, dentre eles: clientes, colaboradores, acionistas, governo, sociedade e toda a cadeia de produção e consumo do produto ou serviço. No entanto, para que a assertividade do atingimento desses resultados seja alta é necessário que o método de gerenciamento de portfólio de projetos esteja alinhado à estratégia da organização, e que existam alguns fundamentos que direcionem o uso de recursos da organização, e os apliquem na rotina de gerenciamento de projetos, fundamentos que incluem, mas não se limitam a: liderança, gerenciamento estratégico do portfólio de projetos, estratégia de projetos, espírito do projeto, adaptação, integração e aprendizado.

Segundo o modelo *Strategic Project Leadership* (SPL) de Shenar (2004), projetos podem ser poderosas ferramentas para a construção de um diferencial competitivo de mercado. Esse modelo apresenta algumas diferenças em relação a abordagem tradicional de gerenciamento de projetos, sendo o resultado de uma pesquisa exaustiva envolvendo mais de 600 projetos, dos quais mais de 200 estão documentados em detalhes. Essa abordagem se aplica principalmente em projetos que tem origem nos objetivos estratégicos da empresa.

Na Tabela 5, oriunda do SPL, é possível identificar algumas dessas diferenças na abordagem sugerida pelo SPL.

Tabela 5 – Gestão de Projetos Tradicional versus SPL.

| | Teoria Tradicional de Gerenciamento de Projeto | Strategic Project Leadership |
|------------------------------------|---|--|
| Paradigma básico | Projetos são uma coleção de atividades que precisam ser executadas no prazo, orçamento e de acordo com os requisitos. | Projetos são iniciativas resultantes de processos organizacionais estratégicos, que são iniciados para alcançar objetivos de negócio |
| Foco | Eficiência | Eficácia e Eficiência |
| Perspectiva | Operacional | Estratégico, Operacional e Humano |
| Papel do Gerente | Obter o trabalho feito dentro do prazo, custo e de acordo com as especificações | Obter resultados de negócio ganhando mercado |
| Estilo de Gerenciamento do Projeto | Um estilo se adequa para todos os projetos | Estilo adaptativo |
| Definição do Projeto | Escopo do Projeto (SOW) | Produtos, vantagem competitiva, estratégia, escopo |
| Planejamento | Atividade, Cronograma e Orçamento | Resultados finais, dimensões de sucesso e atividades |
| Revisões do Projeto | Progresso, Status, Marcos importantes e Orçamento | Necessidades do Cliente, Estratégia, dimensões do sucesso, status |
| Lado Humano | Times de Projeto, Resolução de Conflitos | Liderança, Visão, Espírito, Significado, Motivação |

Fonte: Shennar (2004)

O método tradicional está baseado num modelo iterativo e incremental que visa principalmente o cumprimento de um plano, e não a adaptação às necessidades do cliente, ou a construção de uma vantagem competitiva. O SPL, possui um estilo adaptativo, prevê a adequação constante às necessidades do cliente, e é orientado ao atingimento do sucesso visando o resultado final da estratégia, possui 5 grandes componentes: liderança, visão, espírito, significado e motivação.

Segundo Shennar (2004), as pesquisas revelaram ainda a presença de 7 princípios fundamentais, presentes nos projetos de sucesso analisados, que podem ser observados na Tabela 6. São eles:

Tabela 6 - Princípios fundamentais comuns a projetos de sucesso.

| Princípio | Descrição Resumida |
|--|---|
| 1. Liderança | Os Gerentes de Projetos como líderes na organização |
| 2. Gerenciamento Estratégico do Portifólio de Projetos | Projetos categorizados e agrupados de acordo com os objetivos estratégicos com os quais se relacionam, e um processo estruturado e definido de seleção de projetos. |
| 3. Estratégia de Projetos | Identificar claramente as vantagens competitivas do produto, e qual a estratégia de projeto para a liderança no mercado |
| 4. Espírito do Projeto | Definir a visão do projeto, e os pilares de valores que criarão a sinergia, o entusiasmo e o comprometimento manterá em alta a moral do time do projeto. |
| 5. Adaptação | Adequar o estilo de gerenciamento do projeto ao seu ambiente e contexto |

| | |
|----------------|--|
| 6. Integração | Criar um plano hierárquico que integre espírito, organização, processos e ferramentas à estratégia. |
| 7. Aprendizado | Criar uma dinâmica contínua de registro e compartilhamento de lições aprendidas durante o projeto, para estimular o nivelamento de conhecimento com o time do projeto. |

Fonte: Shennar (2004)

Como é possível observar na Tabela 11, a Figura do Gerente de Projetos é fundamental para o sucesso dos projetos, pois, ele tem a responsabilidade de liderar o planejamento, a execução e o monitoramento e controle das atividades, e do atingimento dos objetivos quantitativos como prazo, custos, entregas do escopo. Também os qualitativos e intangíveis, tais como: satisfação do cliente, moral da equipe do projeto, gerenciamento de influências das partes interessadas, dentre outros. O Gerenciamento Estratégico do Portifólio de Projetos é a bússola responsável pelo correto direcionamento dos esforços e recursos da organização, e deve selecionar e priorizar as iniciativas e projetos que refletem as prioridades definidas no plano estratégico da organização. Os demais pilares são essenciais para a correta implantação de melhores práticas de gestão de projetos, adaptados ao contexto de cada organização, perfil de equipe, e tipo de projeto.

4.4 O Gerenciamento de Portifólio em um ambiente de múltiplos projetos

Segundo PMI (2013), o gerenciamento de portfólio deve apoiar a realização da estratégia da organização, selecionando, priorizando e balanceando o uso de recursos aplicados nos projetos, a fim de maximizar os seus resultados, seguindo as políticas e processos provendo direção e foco, e beneficiar os negócios buscando longevidade e sucesso.

Os recursos deverão ser balanceados entre os programas, projetos e operações para que os resultados sejam sustentáveis. Isso deverá ser conduzido de maneira integrada, pois o grau de interdependência, e/ou uso de recursos críticos em períodos concomitantes exigem essa gestão coordenada das iniciativas. Nesse sentido, o PMI define em seu *Standard For Portfolio Management Third Edition* (2013), que as forças e competências principais da organização que devem ser usadas para:

- Gerenciar recursos eficientemente;
- Gerenciar a entrega de valor para as partes interessadas;
- Capitalizar oportunidades;

- Minimizar o impacto das ameaças;
- Responder a mudanças como: Mercado, legal, e ambientes regulatórios; e
- Reforçar o foco nas atividades operacionais críticas

5 TOMADA DE DECISÃO EM UM AMBIENTE COMPLEXO DE MÚLTIPLAS ALTERNATIVAS

Conforme observa Andrade (2015), o processo de tomada de decisão é iniciado a partir de uma constatação de que algo de novo precisa ser feito para que determinado estado futuro da organização seja construído. Ou seja, houve uma fase de análise e identificação de um desvio de desempenho em uma ou mais das realizações da organização, que precisa de um plano ou mais planos estruturados para recuperar o desempenho esperado, ou colocar a organização na direção correta em busca do estado futuro que se deseja alcançar, conforme indica o planejamento estratégico.

5.1 A problemática da Seleção e Priorização de Projetos e Iniciativas

A tomada de decisão num ambiente corporativo, seja numa instituição pública ou privada, é influenciada por uma grande quantidade de variáveis, sejam elas prioridades originadas no planejamento estratégico da organização, restrições de recursos orçamentário, mão de obra, capacidade de realização de múltiplos projetos concomitantemente, prazo para o atingimento dos objetivos almejados, ou ainda, influências externas tais como: prazo para aderência a exigências legais ou regulatórias, resposta a iniciativas de produtos concorrentes, nova tecnologia de produtos substitutos no mercado, dentre outras.

Goodwin e Wright (2005) dissertam sobre a heurística da tomada de decisão em ambientes de múltiplas escolhas. Nesses casos a abordagem pode ser compensatória ou não compensatória, sendo que na abordagem compensatória existe sempre a necessidade de se avaliar os 'prós' e 'contras' de cada potencial escolha a fim de se escolher qual deles melhor atende à necessidade imediata em análise. Por exemplo, é possível supor que existam 2 modelos de aparelhos de telefone de celular a venda que agradem a um potencial comprador, e na escolha entre eles os principais atributos que os diferenciam é a resolução da imagem da câmera fotográfica de um dos modelos face à capacidade de armazenamento do outro. São duas escolhas mutuamente excludentes, e ambas as escolhas oferecem vantagens ao usuário, mas dependendo da finalidade no uso, uma delas será decisiva no processo de tomada de decisão, não significando, por isso que um

modelo é melhor que o outro, mas que é mais adequado ao uso do usuário em questão no momento específico da tomada de decisão.

Na visão de Saaty (1991), o processo de tomada de decisão envolve alguns dos seguintes tipos de atividades:

- a) Planejamento;
- b) Geração do conjunto de Alternativas;
- c) Estabelecimento de Prioridades;
- d) Escolha da melhor política de tratamento das prioridades;
- e) Estratégia de alocação de recursos;
- f) Determinação dos requisitos por alternativa;
- g) Estimativa de realização de benefícios de cada estimativa;
- h) Projeto dos sistemas de tomada de decisão;
- i) Avaliação do Desempenho do Sistema;
- j) Garantia da estabilidade do sistema;
- k) Melhorias pós implantação;
- l) Resolução de Conflitos.

5.1.1 A escolha do método de análise Multicritério AHP

A literatura da análise multicritério está repleta de métodos com abordagens diferentes para auxiliarem os tomadores de decisão a resolverem problemas complexos de seleção e priorização de alternativas Salomon, Montevechi e Pamplona (1999), alguns dos artigos inclusive já possuem mais de 60 anos (por exemplo, Churchman et al., 1957).

Dentre eles alguns dos métodos citados com grande frequência no meio acadêmico podem-se destacar os seguintes que incluem, mas não se limitam a:

- Abordagem de Decisão Fuzzy (FDA – *Fuzzy Decision Approach*) baseada em lógica de conjuntos Fuzzy, e apresentada por Liang e Wang (1992);
- TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), cuja autoria é de Hwang e Yoon (1981);
- MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) criado por Costa, Corte e Vasnick (1994);
- AHP que estabelece uma análise hierárquica multicritério, proposta por Saaty (1977);

- ANP (*Analytic Network Process*), desenvolvido também por Saaty (1996).

Métodos como: Fuzzy, TOPSIS, MACBETH e outros não citados expressamente neste trabalho, são eficientes e possuem razoável aceitação na solução de problema que incluem a análise multicritério, no entanto, dentre todas as abordagens analisadas o método AHP foi selecionado, para este caso específico, por possuir as seguintes características:

1. O AHP se baseia num mecanismo de análise próximo ao comportamento humano de comparar alternativas, e escolher segundas suas preferências entre elas no momento da tomada de decisão (Saaty, 1971).

2. A teoria de hierarquia do modelo permite que os critérios sejam ordenados na escala hierárquica, de acordo com a importância relativa que cada critério ou categoria de critério possui para a solução do problema específico, o que pode ser ajustado sempre que o problema em análise sofrer alguma variação que justifique a alteração da ordem dos critérios, e até mesmo os critérios que devem compor a análise.

3. A análise hierárquica permite a existência de tantos níveis quando necessários no modelo de análise, de forma que a escalabilidade do modelo, no que se refere, ao crescimento da complexidade da tomada de decisão, possa sempre aumentar a medida que mais variáveis precisem ser analisadas (Saaty, 2012).

4. A análise hierárquica segmenta o processo de análise em níveis hierárquicos, o que divide o processo de tomada de decisão em porções menores, por categoria, tornando o processo mais facilmente gerenciável e organizado (Saaty, 2012).

5. Dá a oportunidade de analisar discordâncias de opiniões dentro do grupo de tomadores de decisão estimulando o trabalho de decisão em grupo (Saaty, 2012).

6. Oferece a possibilidade de alteração de julgamentos em tempo real, ou até mesmo a mudança de critérios, sua exclusão ou a inclusão de outros (Saaty, 2012).

7. Força a análise de toda a problemática de uma só vez.

8. Organiza, Prioriza e Racionaliza a tomada de decisão num modelo racional de análise (Saaty, 2012).

9. Torna possível lidar com conflitos na percepção e nos julgamentos (Saaty, 2012).

10. Possui um robusto mecanismo matemático para o cálculo da importância relativa de cada critério, e para a definição da priorização e seleção de alternativas (Saaty, 2012).

11. Permite a verificação da consistência nos julgamentos, por meio de cálculos matemáticos, o que dá maior assertividade ao processo de análise evitando que inconsistências possam se propagar em tempo de análise, influenciando a resolução do problema.

12. Por meio da Análise de Sensibilidade, ao analisar a simulação de cenários de alteração no julgamento das variáveis permite o entendimento de como cada uma delas influencia a definição da priorização e seleção de alternativas.

Além das características do método AHP anteriormente citadas, o fato de existir ferramentas para a realização de experimentos científicos para a aplicação desse método, como o software SUPERDECISIONS, que foi criado pelo próprio proponente dos métodos AHP e ANP, Dr. Thomas Saaty, e está disponível para acesso gratuito, além de ser um método amplamente aplicado em diversos problemas que envolvem a análise multicritério, em áreas diferentes do conhecimento, há mais de 30 anos. Estes foram os fatores determinantes para a escolha desse método de análise multicritério na realização deste trabalho.

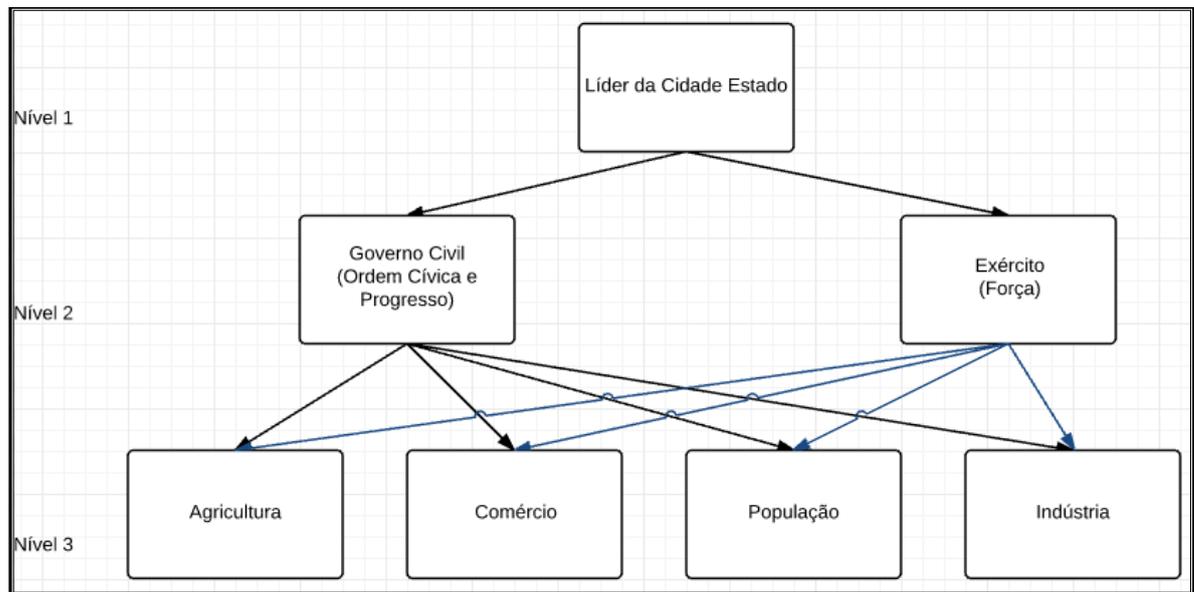
5.2 A Análise Hierárquica no processo de Tomada de decisão

O conceito de hierarquia abordado por Saaty (1991), declara que hierarquia é um tipo particular de sistema, no qual seja possível identificar componentes de um sistema e classificá-los em categorias. Cada categoria é composta por componentes independentes, mas que podem ter seu grau de importância relativa comparados entre si, mas não influenciam diretamente um ao outro. Cada categoria pode dar origem a um outro nível de componentes também comparáveis entre si, e assim sucessivamente até que todos os componentes se relacionem com a avaliação das alternativas em análise no sistema.

Como é possível identificar na Figura 9 (hierarquia de uma cidade-estado), esse modelo de organização social muito comum na era medieval pode

ser exemplificado de maneira simplista, para uma ilustração de uma aplicação da análise hierárquica.

Figura 9. Exemplo de hierarquia de uma Cidade-Estado Medieval.



Fonte: Saaty (1991)

Os componentes como agricultura, comércio, população e indústria formam uma mesma categoria ou nível, neste caso em específico, elas representam a camada mais fundamental da estrutura econômico-social de um modelo clássico de cidade-estado. O nível intermediário representa o Governo Civil e o Exército, entidades responsáveis por garantir o bem-estar social, a ordem e o progresso da sociedade, e por último no topo da pirâmide hierárquica temos o líder da Cidade-Estado, que detinha grande poder e autonomia para influenciar os demais níveis da cidade.

Segundo Whyte (1969) apud Saaty (1991),

A abrangência da classificação hierárquica é clara. É o método mais poderoso de classificação usado pela mente humana em coordenar experiência, observações, entidades e informações. Embora ainda não definitivamente estabelecida pela neurofisiologia e pela psicologia, a classificação hierárquica representa provavelmente o modo básico de coordenação ou organização (I) do Processo cerebral (II) de suas correlações mentais (III) de expressão desses elementos em simbolismo e linguagem. O uso da ordenação hierárquica tem de ser tão antigo quanto o pensamento humano consciente e inconsciente [...]

A análise hierárquica busca o entendimento dos seus níveis mais altos a partir da interação entre os demais níveis da hierarquia. Ela colabora no entendimento geral dos atores do processo, e seus respectivos papéis.

5.3 O Método de análise hierárquica e a sua contribuição para a seleção e priorização de projetos em um ambiente de múltiplas alternativas

Vansnick (1986) sugere que o método de solução baseado na análise multicritério conFigura uma verdadeira evolução da teoria das escolhas sociais, mas se discerne dela por ponderar a importância relativa dos critérios. Na teoria das escolhas sociais tem-se que a escolha do decisor é pautada na observação de resultados sociais.

Buchanan e Henig (1994) propõem que um método de tomada de decisão deve ser capaz de estruturar o processo de seleção e priorização de alternativas, delimitar claramente o problema a ser endereçado, de forma a otimizar o processo de análise de alternativas para extrair o melhor resultado possível com os recursos e restrições disponíveis em cada cenário avaliado. Esse processo deve ser conduzido explorando as alternativas em análise, e também o decisor enquanto ele participa do processo de análise na busca por uma solução, e torna explícita suas crenças e preferências.

“O fundamento do método AHP consiste na decomposição e síntese do sistema de critérios até chegar-se à priorização das indicações e, logo, obter o melhor resultado de medição.” (Saaty, 1991, p.15).

Portanto, o método de análise hierárquica se apresenta como uma ferramenta estruturada, com mecanismos que se assemelham ao modo como os seres humanos naturalmente comparam alternativas, as selecionam e priorizam.

5.4 Estrutura básica de Aplicação do Método de Análise Hierárquica

Saaty (1999) propõe os seguintes passos para a aplicação do método de análise hierárquica.

- a) Delimitar o problema e a solução que se deseja obter.
- b) Estruturar a hierarquia de critérios e alternativas de acordo com o seu grau de abrangência.
- c) Elaborar a matriz de comparações paritárias, para descobrir impacto de cada elemento sobre cada critério de referência do nível inferior.
- d) Obter todas as comparações para resolver a matriz do terceiro passo.
- e) Coletar as prioridades resultantes das comparações paritárias
- f) Refazer os passos 3,4 e 5 para todas as comparações paritárias

g) Empregar a estrutura hierárquica para ponderar os vetores das prioridades pelo peso dos critérios e levar a soma de todos os valores de prioridades ponderadas dos níveis imediatamente inferiores, e assim sucessivamente.

h) Avaliar a coerência de todos os julgamentos da hierarquia.

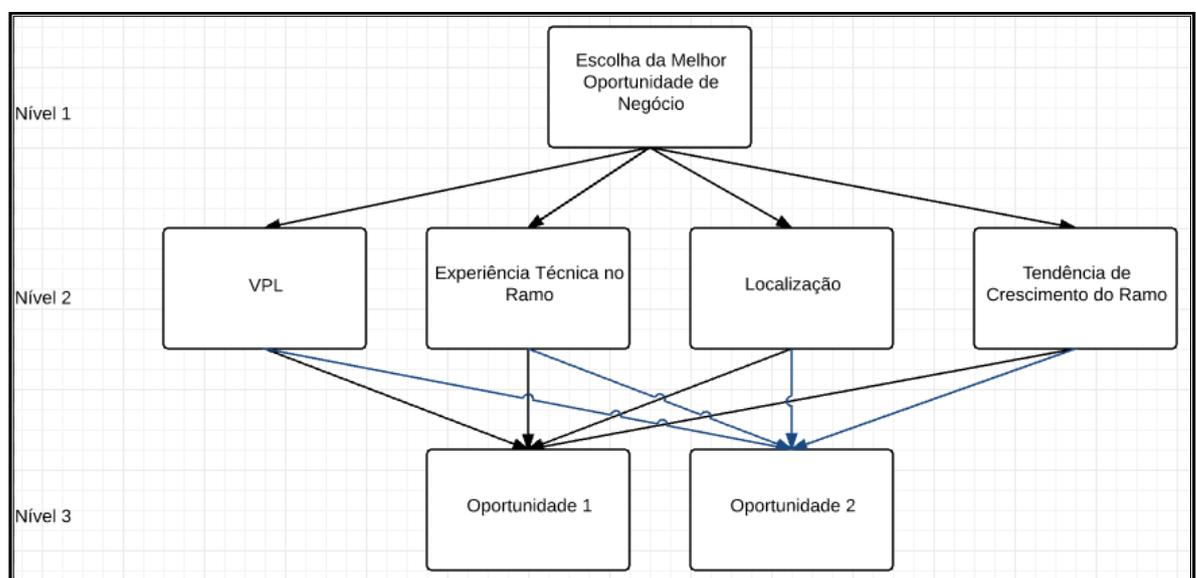
i) Efetuar a análise de Sensibilidade com a finalidade de estudar quais critérios têm maior influência sobre a tomada de decisão no contexto do cenário em estudo.

Nos parágrafos seguintes será exposto um exemplo hipotético de aplicação da do método de análise hierárquica.

Descrição do caso hipotético criado pelo autor.

Um Jovem Executivo é desligado de seu emprego atual no qual trabalhou por 12 anos, e decide iniciar em uma iniciativa empreendedora. No entanto, após exaustivas pesquisas de potenciais oportunidades de investimentos, 2 apresentam as condições procuradas por ele e é necessário analisa-las e escolher aquela que melhor atende aos seguintes critérios: C1 – Maior Valor Presente Líquido em 3 anos, C2 – Experiência no Ramo, C3 – Melhor Localização, C4 –Tendência de crescimento no ramo para os próximos 5 anos. A estrutura Hierárquica básica, dividida em 3 níveis está refletida na Figura 10.

Figura 10. Análise Hierárquica para a seleção entre duas oportunidades de Negócio



Fonte: elaboração própria, 2016

Após a criação da estrutura de critérios a serem analisados, deve-se iniciar a comparação pareada entre todos os elementos de um mesmo nível na hierarquia, a fim de obter a matriz de decisão quadrada.

A comparação pareada é realizada com base na matriz proposta por Saaty (1991), e é denominada de escala fundamental, conforme a Tabela 7.

Tabela 7. Escala Fundamental de Saaty.

| Grau de Importância | Definição | Explicação |
|---------------------------|--|---|
| 1 | Igual Importância | Ambos têm a mesma contribuição para o objetivo em estudo |
| 3 | Fraca Importância | Um dos elementos tem menor contribuição no atingimento do objetivo |
| 5 | Forte Importância | O Julgamento do decisor indica que um dos elementos tem maior contribuição sobre o objetivo |
| 7 | Muito Forte Importância | Um elemento tem muito mais influência sobre o objetivo do que o outro, e sua dominação de importância é verificada na prática. |
| 9 | Importância Absoluta | Um elemento possui o mais alto grau de influência sobre o objetivo do que o outro com certeza |
| 2,4,6,8 | Valores Intermediários | Devem ser usados quando os graus de influência são intermediários, ou quando se tem muitos elementos pertencentes a uma mesma categoria de critérios. |
| Reciprocidade dos Valores | Se o elemento A recebe uma avaliação de grau de importância diferente de zero, quando comparada com o elemento B, logo B receberá automaticamente o valor recíproco, ou inverso, no que se refere à sua comparação de importância em relação ao elemento A | |

Fonte: Saaty (1991)

A indicação de seleção e priorização do modelo considera apenas os critérios que fazem parte do modelo de tomada de decisão formulado pelo decisor, e não é suficiente para tratar a interferência de influências que não estejam explicitamente presentes nesse modelo.

5.4.1 A Verificação de Consistência nos Julgamentos

Saaty (1991) demonstrou que é possível realizar uma análise de consistência dos julgamentos realizados pelo decisor. Este é um dos importantes diferenciais da proposta AHP se comparado a outros métodos de análise multicritério, tais como: MACBETH, ELECTRE, TOPSYS, FUZZY, dentre outros.

Tal análise permite ao decisor identificar qualquer inconsistência em seu julgamento a cada iteração. Ou seja, após efetuar um julgamento e seus cálculos já é possível identificar se o julgamento foi consistente, ou deverá ser refeito por indicar uma inconsistência com algum julgamento anterior envolvendo os critérios em análise no momento em que se efetuou o julgamento que gerou a perturbação de inconsistência percebida pelo mecanismo de cálculo de verificação do índice de consistência.

O cálculo de Consistência deverá ser efetuado para todas as comparações pareadas do sistema, mas só se justifica nos casos de matrizes quadradas de ordem igual ou superior a 3X3, devido ao fato de que para comparações que considerem apenas 2 elementos o conceito de reciprocidade do julgamento é o resultado imediato do julgamento de preferência entre eles.

Os passos para a verificação de consistência são explicados na sequência:

a) Deve-se obter o produto da matriz inicial com o respectivo vetor da média.

b) Após o preenchimento de todas as Tabelas de comparação binária, é realizada a conversão dela em um conjunto de pesos, os quais são automaticamente normalizados à soma de 1. O peso de cada elemento é determinado (SAATY, 2005). O Método AHP utiliza a abordagem matemática baseada em autovalores e autovetores.

c) Então é necessário calcular o autovalor máximo da Matriz (λ máx), da seguinte forma: Considera-se o número de critérios, divide-se o vetor total de entradas pelo vetor da média, e a partir daí obtêm-se um novo vetor, a esse vetor somam-se as suas componentes, e o divide-se pelo número de critérios da matriz, o resultado desse processo é o λ máx.

d) Após o cálculo do auto vetor Máximo da matrix (λ máx), deve-se calcular o índice de consistência do julgamento (IC). A fórmula consiste na

subtração do número de elementos comparados no nível de julgamento da matriz do seu autovetor máximo, dividido pelo número de elementos do nível menos 1, conforme a equação 1.

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

O IC será usado para o cálculo da Razão da Consistência (RC), conforme demonstrado por Saaty (1995), o resultado dessa equação indica uma inconsistência sempre que for maior que 0,1, de acordo com a equação 2.

$$RC = (IC / IA) < 0,10 \quad (2)$$

Conforme a fórmula descrita na Equação 2, o RC é obtido a partir da razão entre o IC e Índice Aleatório (IA), que é extraído da Tabela 8 para matriz de dimensão entre 3X3 a 15X15.

Tabela 8. Índice Aleatório de Saaty.

| Dimensão da Matriz | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coerência Aleatória | 0 | 0 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,54 | 1,56 | 1,58 | 1,59 |

Fonte: Saaty (2005).

6. PERCURSO METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE AUXÍLIO À PRIORIZAÇÃO E SELEÇÃO DE SISTEMAS PARA PUBLICAÇÃO EM NUVEM

Conforme explorado nas seções anteriores, as tecnologias de computação em nuvem juntamente com a escolha adequada dos meios de conectividade entre os consumidores e os provedores desse tipo de serviço, têm se tornado uma alternativa essencial para otimizar o poder de processamento de dados das organizações e usuários finais, de uma maneira mais inteligente, compartilhando os altos custos de infraestrutura para manter as instalações dos *Datacenters*, da aquisição dos ativos de rede e servidores de armazenamento e processamento de dados, *firewalls*, e demais dispositivos de segurança necessários para a proteção das informações de todos os agentes envolvidos nesse processo. Tudo isso diminui o Custo Total de Propriedade (TCO) da Solução, liberando mais recursos para as organizações e clientes investirem na solução de seus problemas e aproveitamento de oportunidades ligadas ao seu *Core Business*.

Nesse contexto, muitas são as variáveis que influenciam a tomada de decisão sobre quais das propostas de projetos devem ser escolhidas e devidamente priorizadas para atender aos objetivos estratégicos da organização, preservando o máximo possível os investimentos, e ainda atenderem às melhores práticas de dimensionamento da arquitetura e governança tecnológica.

O Método de auxílio à tomada de decisão para a Priorização e Seleção de Sistemas para Publicação em Nuvem, proposto neste trabalho surge com o objetivo de auxiliar o tomador de decisão a organizar essa avaliação, que ocorre num ambiente de análise multicritério, e que possui alto grau de complexidade, dada a natureza de assuntos multidisciplinares que envolvem áreas diferentes do conhecimento como TICs, Finanças, Priorização de Portifólio de Projeto, Arquitetura Tecnológica, Governança Tecnológica e aderência a Objetivos Estratégicos. Para a Seleção e Priorização de Portifólio de Projetos foram considerados conceitos de avaliação, seleção e priorização de projetos com base nas melhores práticas do PMI®, CoBIT®, ITIL®, conforme abordado no Capítulo 4. No que se refere a aspectos de TIC e arquitetura tecnológica, foram consideradas as pesquisas citadas no Capítulo 2, e melhores práticas para a definição de arquitetura de TIC sugeridas no TOGAF®, que foram desenvolvidas ao redor do globo nos últimos anos por especialistas da área.

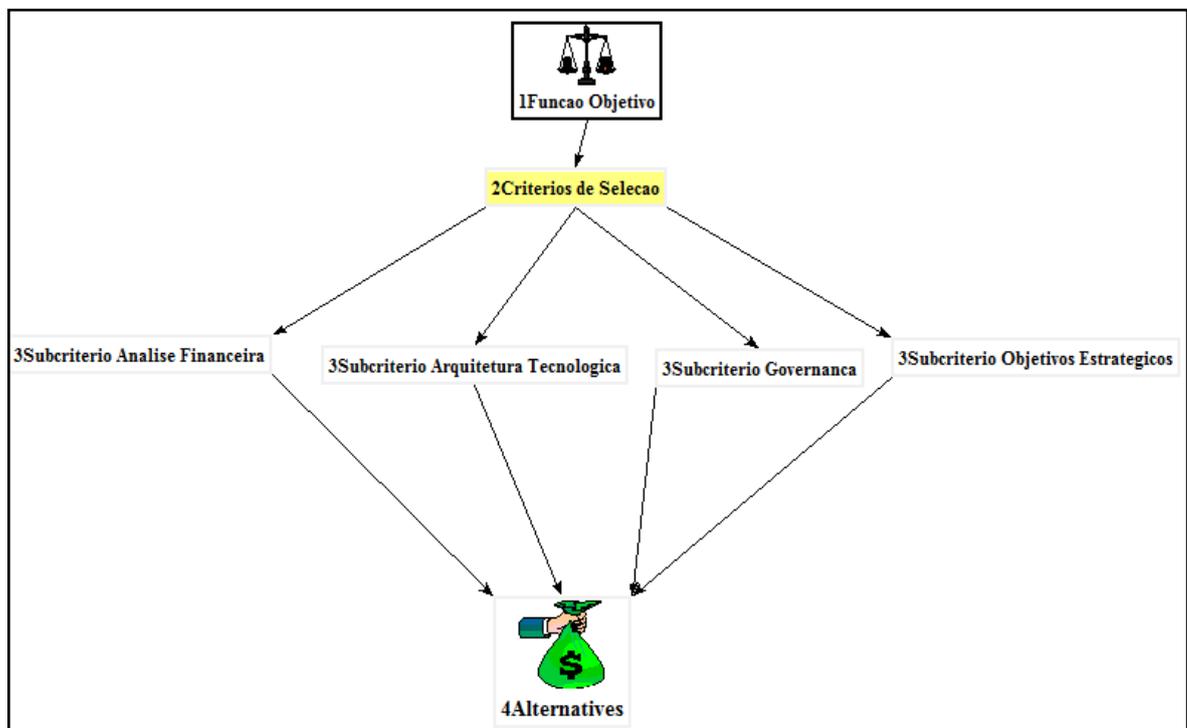
6.1 A Definição dos níveis hierárquicos

A problemática central deste trabalho é encontrar um modelo que auxilie o gestor a priorizar e selecionar projetos para a publicação de sistemas em serviços de computação em nuvem. Essa é uma decisão complexa e envolve fatores multidisciplinares em sua análise. A fim de tornar o modelo de tomada de decisão o mais simples, eficaz e eficiente possível a proposta considera quatro níveis hierárquicos, sendo eles:

1. Função Objetivo: Lista de Sistemas Priorizados
2. Categorias de Critérios de Análise de Alternativas
3. Subcritérios de cada categoria de critérios
4. Propostas de projeto de sistemas para Publicação em nuvem

A Figura 11 ilustra o diagrama da análise proposta.

Figura 11. Estrutura de Análise hierárquica proposta para a priorização de sistemas para a publicação em nuvem.



Fonte: elaboração própria, 2016.

6.2 A Definição das Categorias de Critérios e Subcritérios

Conforme concluem Marston et. al. (2010), devido à crescente necessidade de dinamismo, agilidade, e diminuição de custos enfrentada pelas empresas, há uma busca contínua pela eficiência do uso dos recursos

computacionais, e dos sistemas que suportam os negócios nas organizações. Nesse contexto, as tecnologias de Computação em Nuvem precisam inovar, respeitando alguns pilares que preservem características como: (1) eficiência na utilização de recursos, (2) virtualização de recursos físicos, (3) abstração de arquitetura, (4) dinâmica e estabilidade de recursos, (5) elasticidade e a provisão de recursos baseados no conceito de autosserviço, no qual o próprio usuário pode solicitar e receber a adição de recursos sob demanda (6) ubiquidade (independência do equipamento e da localização), e (7) modelo de cobrança dos serviços em nuvem.

Baseado nos pilares que devem nortear a escolha de uma solução de sistemas para a provisão de serviços em Nuvem, as seguintes categorias de critérios compõem a estrutura do modelo de análise proposto:

- a) Arquitetura Tecnológica – Song, Shin e Kim (2013).
- b) Governança – Bellamy (2013).
- c) Análise Financeira – Ashford, Dyson e Hodges (1998), Ellram e Siferd (1998).
- d) Objetivos Estratégicos – Marston et. Al. (2011)

Cada uma dessas quatro categorias de critérios possui alguns subcritérios que estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9. Descrição das Categorias de Critérios e seus respectivos subcritérios.

| Descrição dos Critérios de Agrupamento | |
|---|--|
| Análise Financeira: | |
| VPL | Valor Presente Líquido do Projeto |
| PAYBACK | Tempo em que o projeto recupera o seu investimento, considerando a desvalorização do dinheiro no tempo. |
| TCO (4 anos) | Custo Total de Propriedade do projeto considerando o seu investimento (CAPEX), assim como os custos recorrentes para a operação e a manutenção dos serviços do escopo do projeto (OPEX). |
| Arquitetura Tecnológica: | |
| Segurança | Corresponde à aderência do projeto em análise às melhores práticas de segurança da informação previstas no escopo do projeto em análise, de acordo com a sua natureza. Alguns exemplos de tais melhores práticas: ISO 27000 (família), PCI, PII, Pentest, dentre outros. |
| Portabilidade de Plataforma | Representa a capacidade de uma solução de ser compilada, e funcionar sem perda de funcionalidades críticas em diferentes tipos de plataforma, sejam elas de Hardware ou Software. |
| Mobilidade | Definida pela capacidade da plataforma de ser acessada a partir de diversos tipos de dispositivos como: Desktops, Notebooks, Tablets, Smartphones, através da internet. |

| | |
|--|---|
| Escalabilidade | É a característica de um sistema em crescer sua capacidade de processar transações, e/ou aumentar sua base de clientes, sem necessidade de desenvolvimentos complexos, atendendo às novas demandas sem perder as funcionalidades que lhe agregam valor. |
| Eficiência e Eficácia | O conceito de eficiência em sistemas de TI está relacionado com a relação entre a quantidade de trabalho manual, treinamento, e preparação é necessária para que o sistema possa entregar o resultado desejado. |
| Atualização Tecnológica | Essa característica avalia o quanto uma determinada tecnologia está apta a upgrades, e instalação novas versões que permitam a atualização dos recursos provido pela solução, bem como a sua integração a outras soluções tecnológicas que fazem parte do mesmo ecossistema de TI. |
| Disponibilidade | Mensura a relação de quanto tempo a aplicação está disponível para uso, se comparado a disponibilidade negociada em contrato para o uso da tecnologia ou do sistema em análise. |
| Resiliência | De acordo com Holanger (2010). É a capacidade intrínseca de um sistema ou organização para ajustar as suas funções antes, durante e a seguir a mudanças e distúrbios, de modo a sustentar as operações necessárias sob condições esperadas e inesperadas. |
| Governança: | |
| Acordo de Nível de Serviço | É representando pelo conjunto de definições para a prestação de serviço entre o provedor do serviço e seu cliente, tais definições permitem mensurar os indicadores de desempenho que avaliam a eficiência e a eficácia da prestação do serviço periodicamente, os itens monitorados incluem, mas não se limitam a: catálogo de serviço, tempo de atendimento a incidentes, volumes de chamados resolvidos por tipo de serviço, tempo de resolução de incidentes, dentre outros. |
| Plano de Continuidade do Negócio | O Plano de Continuidade de Negócios, tem por objetivo principal auxiliar a organização no tratamento de desastres, tentando diminuir perdas, avaliando alternativas de redundância e resiliência de sistemas e processos de negócio com a finalidade de oferecer maior disponibilidade, segurança e confiabilidade nos serviços de missão crítica providos pela TI e que suportam a operação e os negócios da organização. |
| Plano de Recuperação de Desastres | Um Plano de Recuperação de Desastres tem a finalidade de entregar um conjunto de políticas, processos e procedimentos que diminuam os impactos à operação da organização quando da ocorrência de um Desastre natural (enchentes, terremotos, furações, etc.) ou provocados pelo homem (guerra, ataque terrorista, acidente aéreo, etc.). De forma a manter a infraestrutura, os sistemas e processos de missão crítica funcionando, ainda que com capacidade reduzida, até que seja possível restaurar as condições naturais de operação. Geralmente é composto por três componentes principais: Plano de Administração de Crise, Plano de Continuidade Operacional, Plano de Recuperação de Desastres. |
| Aderência às exigências de Conformidade ('Compliance') | Deve ser avaliado para cada tipo de projeto envolvendo os sistemas de informação e os processos operacionais impactados, sob a óptica das legislações vigentes no país no qual a empresa está instalada, e nos demais países nos quais ela eventualmente mantenha operações. Os principais 'frameworks' que versam sobre esse tópico são COBIT, RISK IT, ISO 31000 (família), ISO 27002, Basiléia I e Basiléia II (instituições Financeiras). |
| Gerenciamento de Eventos | De acordo com o ITSM (<i>Information Technology Service Management</i>), O objetivo da gestão de eventos é gerenciar eventos durante todo seu ciclo de vida. Esse ciclo de vida inclui atividades de detectar eventos, entendê-los e determinar a ação de controle apropriada, ele é coordenado pelo processo de gestão de eventos. Para que dessa forma diminua-se o tempo de parada, ou degradação de performance dos serviços, e conseqüentemente o impacto para os negócios da organização cliente. |
| Objetivos Estratégicos: | |

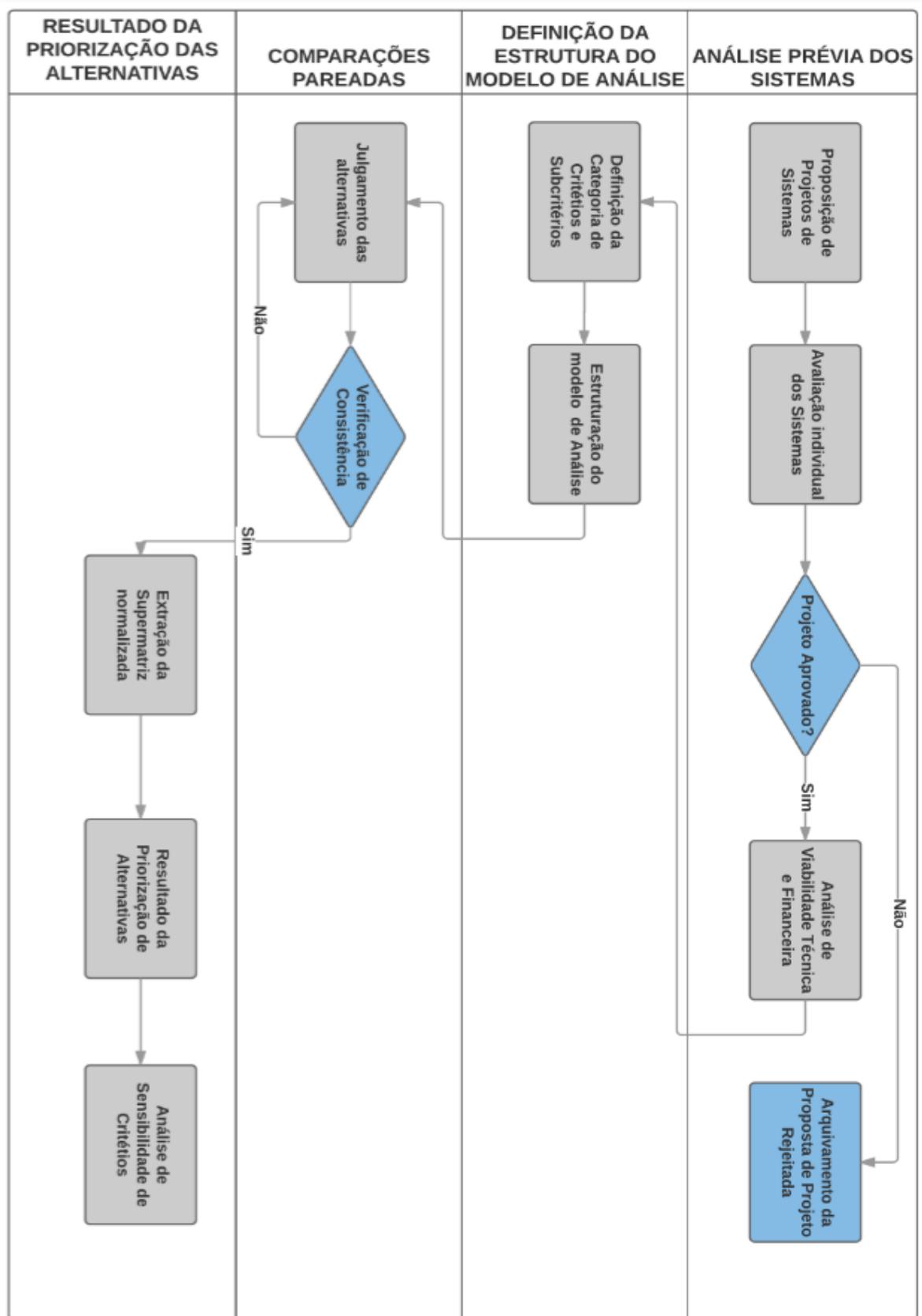
| | |
|-------------------------------------|--|
| Diminuição de Custos Recorrentes | Métrica associada ao potencial de redução de custos de operação (manutenção, locação, treinamentos, etc.) da solução ou do serviço ao qual o projeto se aplica. |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | Mensurada por meio de pesquisa periódica com os usuários do serviço. |
| Aderência a Metas Estratégicas | Se relaciona com o grau de contribuição do projeto para o atingimento das metas da organização definidas em seu planejamento estratégico. |
| Simplificação e Consolidação | Tem por finalidade principal a consolidação de plataformas e/ou de sistemas para a prestação de serviços, facilitando a sua manutenção, padronizando as tecnologias adotadas, e permitindo aos colaboradores da empresa cliente focarem seus esforços nos negócios principais. |

Fonte: elaboração própria, 2016

6.3 O Fluxograma e a Dinâmica da Análise

O diagrama com o fluxo do processo proposto neste trabalho de Seleção e Priorização de Sistemas para Publicação em nuvem, está representado na Figura 12.

Figura 12. Fluxo do processo de seleção e priorização de projetos de sistemas para publicação em nuvem.



Fonte: elaboração própria, 2016

Como é possível notar na Figura 12, o fluxo de processos possui uma sequência de 9 passos no total, organizados em 4 blocos distintos e detalhados da seguinte maneira:

a) Proposição de Projetos de Sistemas: Essa etapa faz o primeiro filtro para selecionar os projetos que deverão ser realizados, de acordo com a estratégia de gestão de portfólio de projetos da organização, seguindo o fluxo descrito na Figura 7, da Seção 4.2 deste trabalho.

b) Avaliação Individual dos Projetos de Sistemas: Neste processo, os avaliadores deverão avaliar cada um dos projetos de sistema individualmente, comparando suas características com os subcritérios sugeridos na Tabela 13. Como o modelo de análise multicritério em uso é o AHP as avaliações deverão estar entre 1 e 9, devendo ser 1 adotado para a pior avaliação, e 9 para a melhor, uma vez que no método AHP as matrizes dos autovetores de ponderação foram planejadas para trabalhar com até 9 níveis de preferência diferentes para cada avaliação.

c) Análise de Viabilidade Técnica e Financeira dos Projetos de Sistemas: é responsável pela análise das iniciativas que estão disputando os recursos da organização, que poderão ou não se tornarem projetos. Após esse filtro inicial entre iniciativas candidatas a se tornarem projetos, e os projetos pré-aprovados, é realizada a análise pareada de cada um dos projetos de sistemas selecionados para a priorização.

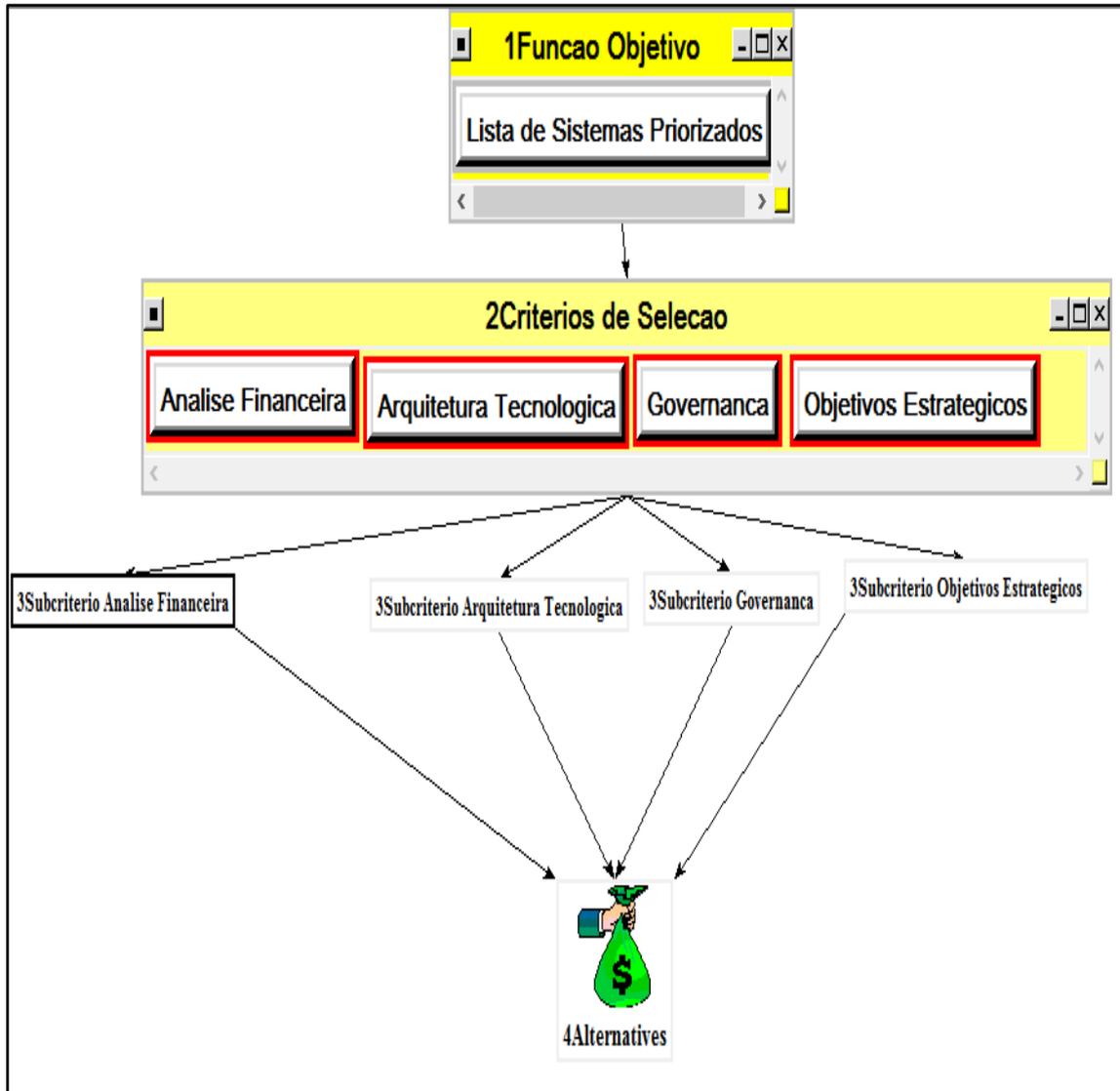
d) Definição da Estrutura do Modelo de Análise: neste bloco serão definidas em 2 processos as categorias de critérios e seus respectivos subcritérios, além de definir o número de níveis de análise que o modelo irá contemplar.

Definição das Categorias de Critérios e Subcritérios: É o principal processo desse modelo, pois, define as bases qualitativas que guiarão o processo de julgamento dos projetos em análise, cujos resultados definirão a sugestão de priorização de alternativas do modelo. Os componentes desse processo foram selecionados com base em pesquisas realizadas em diferentes partes do globo, conforme abordado por exemplo por Song, Shim e Kim (2013), em instituições públicas Lee, Hancock e Hu (2013), e Etro (2009), incluindo empresas provedoras de serviços de computação em nuvem, como Amazon, Cisco, EMC, dentre outras.

e) Estruturação do Modelo de Análise: Esse passo consiste em definir a estrutura hierárquica e o relacionamento entre os níveis hierárquicos do modelo

proposto seguindo as orientações para o melhor uso do AHP conforme abordado na Seção 5.4. O modelo Proposto está representado de maneira sumarizada na Figura 17, e foi construído usando o *software freeware Superdecisions*, desenvolvido pelo próprio Propositor do modelo AHP, Thomas Saaty, Saaty (1971). As Figuras 18, 19 e 20 mostram os níveis 2, 3 e 4 do modelo.

Figura 13. Ilustração dos níveis 1 e 2 do modelo de seleção e priorização de sistemas para publicação em nuvem.



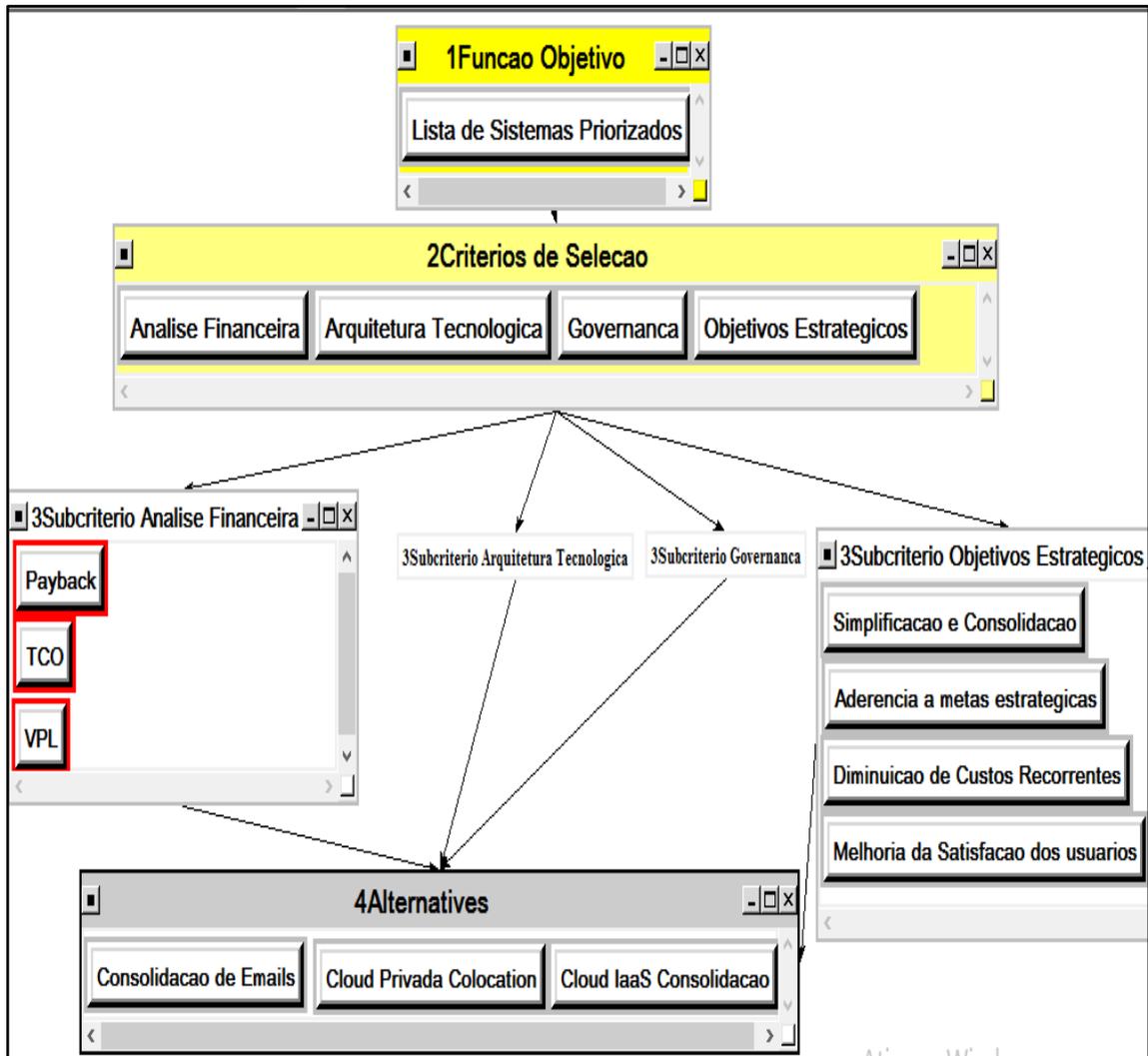
Fonte: elaboração própria, 2016

Conforme é possível verificar na Figura 13, o segundo nível é composto pelas 4 categorias de critérios: Análise Financeira, Arquitetura Tecnológica, Governança e Objetivos Estratégicos, e deverão ser comparadas entre eles, pois fazem parte do mesmo nó ou *Cluster*, e influenciam diretamente a priorização de

alternativas, pois estão ligadas diretamente à Função Objetivo (primeiro nível do modelo).

A Figura 14 retrata a categoria de critérios Análise Financeira expandida e seus subcritérios no nível 3.

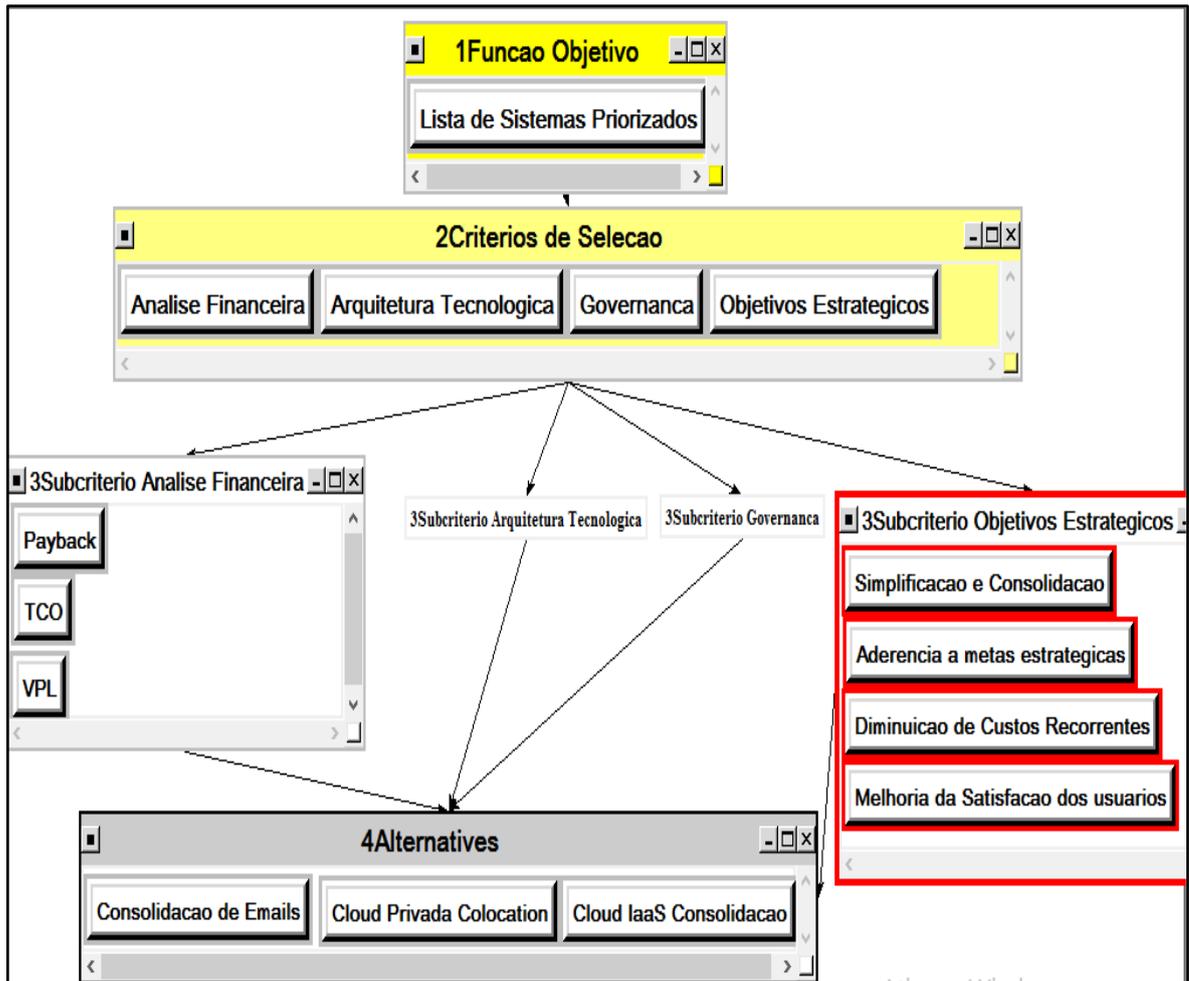
Figura 14. Ilustração dos níveis 2, 3 e 4 do modelo de seleção e priorização de sistemas para publicação em nuvem.



Fonte: elaboração própria, 2016

Na Figura 14 estão expandidos os níveis 1, 2, os subcritérios das Categoria 'Análise Financeira' e 'Objetivos Estratégicos' do nível 3, e o nível 4. Apenas os subcritérios da Categoria de Análise Financeira estão destacados (hachurados), pois, neste exemplo o cursor do 'mouse' estava posicionado sobre essa categoria no nível 2. A Figura 15, ilustra agora os subcritérios referentes a categoria 'Objetivos Estratégicos' em destaque, pois, o cursor do mouse estava posicionado sobre essa categoria.

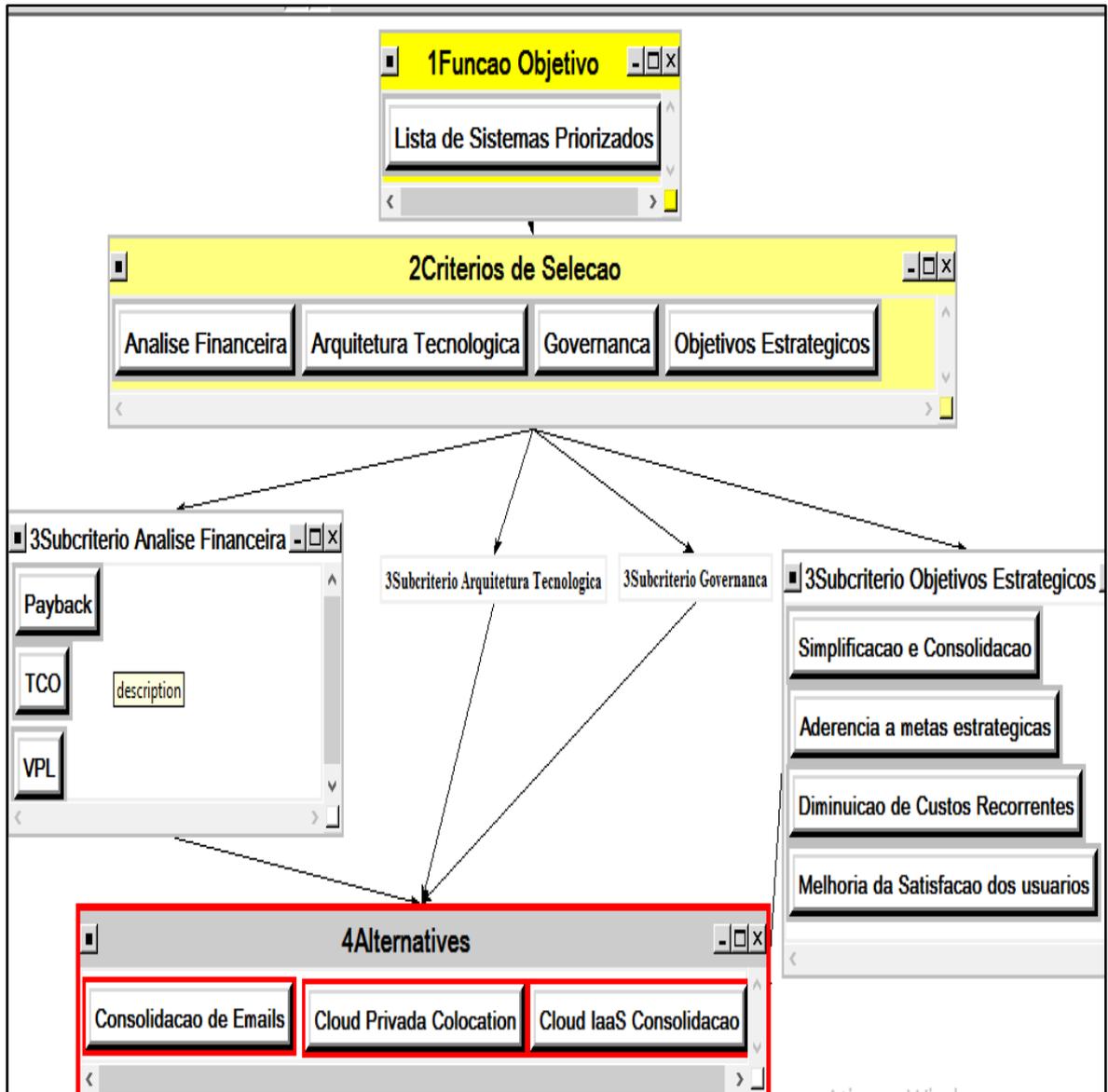
Figura 15. Ilustração do destaque dos subcritérios da categoria: Objetivos Estratégicos.



Fonte: elaboração própria, 2016.

A Figura 16 é a demonstração de que cada um dos subcritérios do modelo será usado como base para a comparação de cada uma das alternativas de sistemas em análise, nesse caso em particular, o mouse estava posicionado sobre o subcritério VPL.

Figura 16. Ilustração do destaque do nível 4 da hierarquia, após posicionar o cursor sobre o subcritério VPL.



Fonte: elaboração própria, 2016

Comparação pareada: É bloco de processos nos quais os decisores irão efetuar as comparações pareadas, também chamadas de comparações binárias, em todo o modelo de análise, em todos os níveis hierárquicos, conforme a Seção 5.4 deste trabalho, e a verificação de consistência de cada julgamento em tempo real.

f) Julgamento das Alternativas: É nesta etapa que as comparações pareadas deverão ser feitas em todos os níveis hierárquicos (Nós, ou *Clusters*), e entre níveis hierárquicos, quando aplicável.

As Figuras 17, 18, 19, 20, 21 e 22, exemplificam Julgamentos do 2º nível. Na ferramenta Superdecisions os julgamentos podem ser expressados por meio de 5 maneiras diferentes: Gráfica, Verbal, Matricial, Questionário e Direta.

A Figura 17 exemplifica um julgamento de preferência, ou comparação pareada (por ser realizada aos pares), no modo Gráfico, no qual o decisor precisa definir o seu grau de preferência entre 'Análise Financeira' e 'Arquitetura Tecnológica', clicando em ponto do Gráfico que represente a relação de proporção da área do Gráfico que melhor represente o grau de preferência de Análise Financeira frente a Arquitetura Tecnológica, que será traduzida numericamente para o cálculo do autovetor no método AHP.

Figura 17. Exemplo de Comparação pareada no modo Gráfico.



Fonte: elaboração própria, 2016

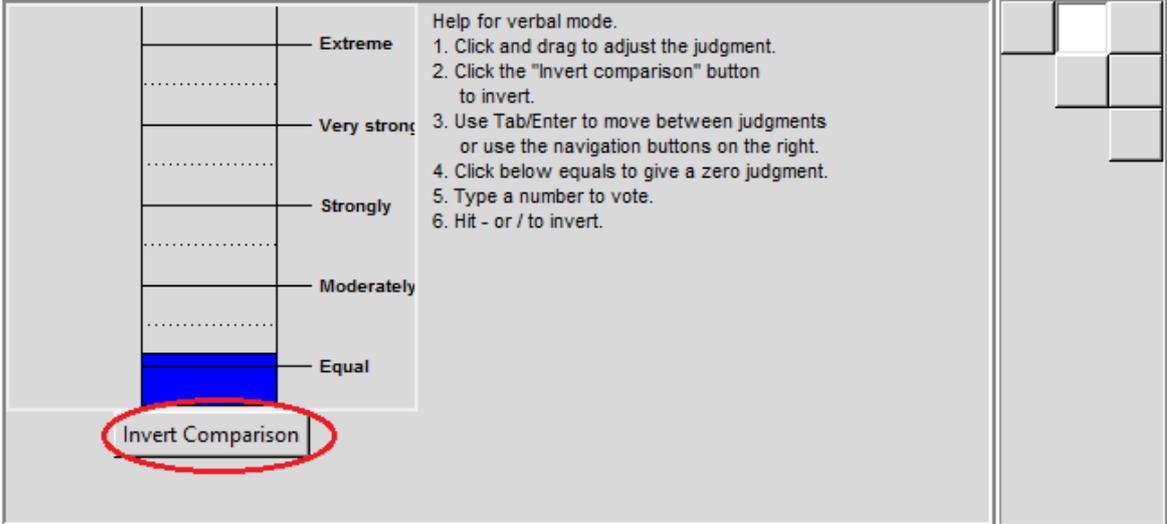
Já a Figura 18 exemplifica o mesmo julgamento, agora no modo Verbal, sendo este o que mais se assemelha ao jeito como os seres humanos naturalmente decidem sua preferência entre dois itens comparados com os 9 níveis de preferência traduzidas verbalmente numa escala que varia de igualmente importante a extremamente mais importante e para cada avaliação verbal há uma equivalência direta na Tabela de Saaty.

Figura 18. Exemplo de Comparação pareada no modo Verbal.

2. Node comparisons with respect to Lista de Sistemas Pr~

Graphical **Verbal** Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Lista de Sistemas Priorizados" node in "2Critérios de Selecao" cluster
Analise Financeira is equally as important as Governanca



Help for verbal mode.
 1. Click and drag to adjust the judgment.
 2. Click the "Invert comparison" button to invert.
 3. Use Tab/Enter to move between judgments or use the navigation buttons on the right.
 4. Click below equals to give a zero judgment.
 5. Type a number to vote.
 6. Hit - or / to invert.

Fonte: elaboração própria, 2016

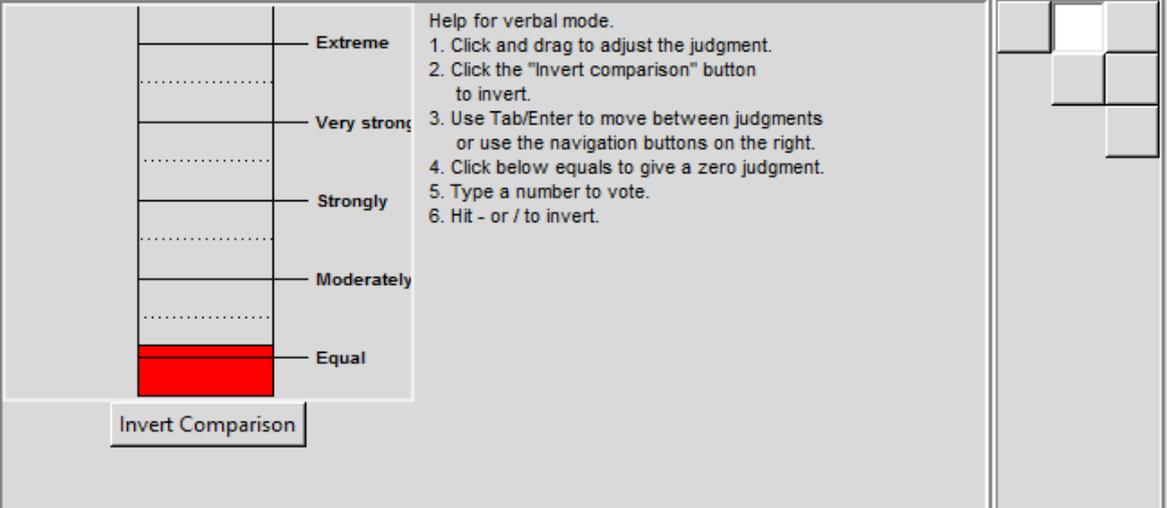
Neste modo de análise há ainda a opção de se inverter a ordem de comparação entre os critérios em análise nesse momento, o resultado dessa inversão pode ser verificado na Figura 19.

Figura 19. Uso da opção Invert Comparison na comparação usando o modo verbal

2. Node comparisons with respect to Lista de Sistemas Pr~

Graphical **Verbal** Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Lista de Sistemas Priorizados" node in "2Critérios de Selecao" cluster
Governanca is equally as important as Analise Financeira



Help for verbal mode.
 1. Click and drag to adjust the judgment.
 2. Click the "Invert comparison" button to invert.
 3. Use Tab/Enter to move between judgments or use the navigation buttons on the right.
 4. Click below equals to give a zero judgment.
 5. Type a number to vote.
 6. Hit - or / to invert.

Fonte: elaboração própria, 2016

A Figura 20 representa o modo matricial de comparação pareada.

Figura 20. Exemplo de Comparação pareada no modo Matricial.

2. Node comparisons with respect to Lista de Sistemas Pr~

Graphical Verbal **Matrix** Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Lista de Sistemas Priorizados" node in "2Critérios de Selecao" cluster
Análise Financeira is 2 times more important than **Arquitetura Tecnológica**

| Inconsistency | Arquitetur~ | Governanca~ | Objetivos ~ |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Análise F~ | ← 2 | ← 1.2444 | ← 2 |
| Arquitetur~ | | ← 5 | ← 5 |
| Governanca~ | | | ↑ 2 |

 A relação de dominância da comparação por padrão é de que os elementos da coluna vertical em azul são os dominantes.
  Basta apenas clicar 2X na seta a a relação de dominância será invertida

Copy to clipboard

Fonte: elaboração própria, 2016

Conforme descrito na Figura 20, para o decisor que prefira efetuar as comparações pareadas no modo Matricial, é preciso considerar que por padrão da ferramenta Superdecisions os elementos da coluna vertical possuem dominância em relação aos da linha, ou seja, na comparação destacada na Figura 20, segundo a avaliação do decisor a Categoria de Critérios 'Análise Financeira' tem uma preferência de valor 2, numa escala de 0 a 9, sobre 'Arquitetura tecnológica'. Caso o decisor deseje inverter a relação de dominância desses elementos, basta apenas clicar 2 vezes sobre a seta azul desta comparação, e o elemento dominante passará a ser 'Arquitetura Tecnológica'. Uma outra forma de inverter essa relação de preferência é usar o julgamento recíproco a 2 para representar a preferência entre 'Análise Financeira' e 'Arquitetura Tecnológica', ou seja, em vez do valor 2, deverá ser usado o seu recíproco matemático, neste caso, $1/2$.

A Figura 21 exemplifica a demonstração do julgamento no modo Questionário. O que este modo apresenta de mais interessante é a possibilidade de avaliar a preferência nos níveis de 1 a 9, sendo a preferência por qualquer uma das alternativas analisadas, sem a necessidade de inverter a ordem entre as

prioridades numa única tela, ao mesmo tempo, para todas as alternativas que fazem parte do mesmo nó ou *Cluster*.

Figura 21. Exemplo de Comparação pareada no modo questionário.

2. Node comparisons with respect to Lista de Sistemas Pr~

Graphical
Verbal
Matrix
Questionnaire
Direct

Comparisons wrt "Lista de Sistemas Priorizados" node in "2Critérios de Selecao" cluster

Analise Financeira is equally to moderately more important than

Arquitetura Tecnológica

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|----------|------------------|
| 1. Analise Finance~ | >=9.5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >=9.5 | No comp. | Arquitetura Tec~ |
| 2. Analise Finance~ | >=9.5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >=9.5 | No comp. | Governanca |
| 3. Analise Finance~ | >=9.5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >=9.5 | No comp. | Objetivos Estra~ |
| 4. Arquitetura Tec~ | >=9.5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >=9.5 | No comp. | Governanca |
| 5. Arquitetura Tec~ | >=9.5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >=9.5 | No comp. | Objetivos Estra~ |
| 6. Governanca | >=9.5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | >=9.5 | No comp. | Objetivos Estra~ |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Figura 22 apresenta o julgamento no modo Direto, no qual os valores absolutos parciais para cada uma das alternativas em julgamento podem ser inseridas diretamente na linha correspondente ao critério, sendo que o somatório de todas as parciais deve ser igual a 1. Nesta alternativa, também é possível inverter as comparações clicando na opção 'Invert', conforme destacado na Figura 22.

Figura 22. Exemplo de Comparação pareada no modo Direto.

2. Node comparisons with respect to Lista de Sistemas Pr~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire **Direct**

| | |
|-----------------------|---------|
| Analise Financeira | 0.33718 |
| Arquitetura Tecnolog~ | 0.40782 |
| Governanca | 0.11826 |
| Objetivos Estrategic~ | 0.13674 |

This is the direct data input area.
Type in new direct data here, and/or
Click the invert box invert priorities for this
direct data.

NOTE: Any changes made in direct data take
effect immediately and overwrite
pre-existing data inputted in the
other modes.

Invert

Fonte: elaboração própria, 2016

g) Verificação de Consistência: Neste passo é possível verificar em tempo de julgamento se foi identificada alguma inconsistência na comparação, a base matemática para esse procedimento está resumida na Equação 3, descrita nas Equações 1 e 2. Esse é um diferencial relevante do método AHP frente aos demais métodos de análise multicritério, o que evita que potenciais inconsistências se propaguem para o resto da análise hierárquica, o que pode ser conferido na Figura 23.

Figura 23. Exemplo de Verificação de Consistência.

2. Node comparisons with respect to Lista de Sistemas Pr~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Lista de Sistemas Priorizados" node in "2Critérios de Selecao" cluster
 Analise Financeira is equally to moderately more important than Arquitetura Tecnologica

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.48077

| | |
|------------|---------|
| Analise F~ | 0.42205 |
| Arquitetu~ | 0.37656 |
| Governanca | 0.06973 |
| Objetivos~ | 0.13165 |

Extreme

Very strong

Strongly

Moderately

Equal

Invert Comparison

Help for verbal mode.
 1. Click and drag to adjust the judgment.
 2. Click the "Invert comparison" button to invert.
 3. Use Tab/Enter to move between judgments or use the navigation buttons on the right.
 4. Click below equals to give a zero judgment.
 5. Type a number to vote.
 6. Hit - or / to invert.

Completed Comparison

Copy to clipboard

Fonte: elaboração própria, 2016

Como é possível verificar na Figura 23, há uma inconsistência identificada, pois, o índice de inconsistência foi de 0,48077, ou seja, muito maior que os 10% esperados numa avaliação consistente conforme apresentado na Seção 5.4.1. A inconsistência identificada durante um julgamento indica uma inconsistência em um ou mais dos julgamentos do mesmo nível hierárquico, neste caso, o 2º nível, que contém as Categorias de critérios. Quando uma inconsistência é identificada a recomendação do Método AHP é que o decisor reavalie os julgamentos do nível e os ajustes de forma a obter um nível de inconsistência não maior que 0,1, desde que seja possível manter as comparações pareadas que reflitam a opinião do decisor. No entanto, caso o decisor decida seguir com os julgamentos sem ajustá-los, essa decisão cabe ao decisor, que deve apenas ter em mente que aceitou a inconsistência matemática identificada e decidiu mantê-la. Neste último caso, sugere-se que seja realizada uma reavaliação do modelo de auxílio a tomada de decisão a fim de garantir a sua aderência às necessidades de análise atuais do problema em questão.

Há ainda um outro modo de fazer a verificação de consistência de cada nível da hierarquia, de uma forma que a ferramenta analise as inconsistências

matemáticas dos julgamentos do nível hierárquico, e sugira valores de avaliação para cada elemento de forma a eliminar as inconsistências, e ainda torná-las o mais próximo possível da menor incoerência sem descaracterizar completamente as avaliações do decisor. Esse modo está disponível apenas por meio da comparação matricial, exemplificado na Figura 20.

Para acessar essa funcionalidade, deve-se acessar o modo matricial de julgamento, como mostrado na Figura 24.

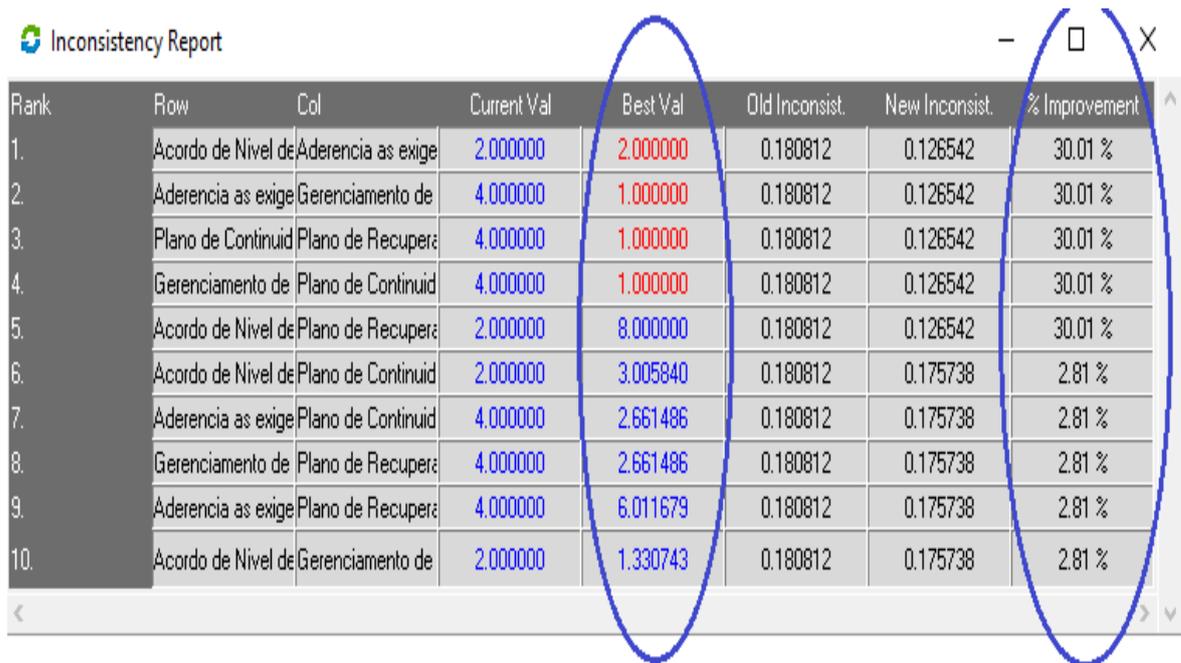
Figura 24. Acesso ao relatório de Inconsistências do *Cluster*.

Comparisons for Super Decisions Main Window: Selecao e Priorizacao de Sistemas para Publicacao em Nuvem avaliação exemplo 1.sdmod

| 1. Choose | 2. Node comparisons with respect to Governanca | | | | |
|--------------------------|---|-------------|-------------|---------------|------------|
| Node Cluster | Graphical | Verbal | Matrix | Questionnaire | Direct |
| Choose Node | Comparisons wrt "Governanca" node in "3Subcriterio Governanca" cluster | | | | |
| Governanca | Plano de Continuidade do Negocio is 4 times more important than Plano de Recuperacao de | | | | |
| Cluster: 2Criterios de S | Inconsistency | Aderencia ~ | Gerenciame~ | Plano de ~ | Plano de ~ |
| Choose Cluster | Inconsistency Of Current | ← 2 | ← 2 | ← 2 | |
| 3Subcriterio G~ | Inconsistency Report | ← 4 | ← 4 | ← 4 | |
| | Gerenciame~ | | ← 4 | ← 4 | |
| | Plano de ~ | | | ← 4 | |

Fonte: elaboração própria, 2016

A partir da opção de avaliação Matricial, clicar no botão 'Inconsistency', depois selecionar a opção 'Inconsistency Report', e será exibido um relatório semelhante ao da Figura 30.

Figura 25. Exemplo de Relatório de inconsistência do *Cluster*.


| Rank | Row | Col | Current Val | Best Val | Old Inconsist. | New Inconsist. | % Improvement |
|------|--------------------|--------------------|-------------|----------|----------------|----------------|---------------|
| 1. | Acordo de Nivel de | Aderencia as exige | 2.000000 | 2.000000 | 0.180812 | 0.126542 | 30.01 % |
| 2. | Aderencia as exige | Gerenciamento de | 4.000000 | 1.000000 | 0.180812 | 0.126542 | 30.01 % |
| 3. | Plano de Continuid | Plano de Recupera | 4.000000 | 1.000000 | 0.180812 | 0.126542 | 30.01 % |
| 4. | Gerenciamento de | Plano de Continuid | 4.000000 | 1.000000 | 0.180812 | 0.126542 | 30.01 % |
| 5. | Acordo de Nivel de | Plano de Recupera | 2.000000 | 8.000000 | 0.180812 | 0.126542 | 30.01 % |
| 6. | Acordo de Nivel de | Plano de Continuid | 2.000000 | 3.005840 | 0.180812 | 0.175738 | 2.81 % |
| 7. | Aderencia as exige | Plano de Continuid | 4.000000 | 2.661486 | 0.180812 | 0.175738 | 2.81 % |
| 8. | Gerenciamento de | Plano de Recupera | 4.000000 | 2.661486 | 0.180812 | 0.175738 | 2.81 % |
| 9. | Aderencia as exige | Plano de Recupera | 4.000000 | 6.011679 | 0.180812 | 0.175738 | 2.81 % |
| 10. | Acordo de Nivel de | Gerenciamento de | 2.000000 | 1.330743 | 0.180812 | 0.175738 | 2.81 % |

Fonte: elaboração própria, 2016

Este relatório indica as inconsistências matemáticas de acordo com seu impacto sobre a inconsistência total dos julgamentos do *Cluster*. Essa ordem está identificada na coluna 'Rank'. No exemplo da Figura 25, cada um dos primeiros 5 julgamentos da coluna 'Rank' possui um peso de aproximadamente 30.01% sobre a inconsistência total do *Cluster*, o que significa que a reavaliação deste julgamento pode melhorar consideravelmente a consistência das avaliações do *Cluster*. A Coluna 'Best. Val.' traz a sugestão de valor matemático para substituir o valor do julgamento inconsistente apresentado na coluna 'Current Val.', a Coluna 'Old. Inconsist.' demonstra a inconsistência do *Cluster* atual, ou seja, antes dos ajustes, e a coluna 'New Inconsist.' Indica o valor da inconsistência após a aplicação do ajuste sugerido na coluna 'Best. Val.', caso a sugestão seja acatada exatamente como apresentada na Figura 25, ou seja, para o exemplo número 1 da coluna Rank da Figura 25, se o valor do julgamento for alterado de 2 para 'Aderência às exigências de conformidade' em relação a 'Acordo de nível de Serviço', para 2 para 'Acordo de Nível de Serviço' em relação a 'Aderência as exigências de Conformidade', o novo valor da inconsistência será de 0,126542, em vez de 0,180812. Os demais ajustes deverão ser realizados até que o valor de inconsistência seja abaixo do máximo tolerável, ou seja, 0,10, mas sem descaracterizar as preferências do decisor, portanto, os valores de ajustes não

precisam ser exatamente iguais aos sugeridos pelo relatório de inconsistência, pois este deve ser usado apenas como um guia para identificar os principais ofensores dessas inconsistências, e realizar os ajustes de forma mais assertiva preservando a essência do julgamento do decisor.

Resultado da priorização de alternativas: Os processos dessa etapa são responsáveis pelo cálculo da supermatriz normalizada que indica a ordem de priorização das alternativas presentes no 4º nível da hierarquia, ou seja, a lista de sistemas para publicação em nuvem, que refletem os julgamentos do decisor, ou decisores (se for um grupo), no modelo proposto. Após analisar os resultados da priorização, o decisor pode ainda efetuar uma análise de sensibilidade que irá permitir a identificação dos pesos ponderados que cada critério possui na hierarquia de análise, e se necessário, trabalhar com simulações que ajustem o peso dos critérios com maior influência sobre o modelo.

h) Extração da Supermatriz Normalizada: É o resultado do cálculo da importância ponderada de cada componente da hierarquia sobre todo o sistema de análise. Um exemplo de supermatriz normalizada extraída do Superdecisions pode ser visualizado na Tabela 10.

Tabela 10. Exemplo de Supermatriz extraída do *software Superdecisions*.

| Itens da Hierarquia | Normalizado por Cluster | Importância na hierarquia |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Análise Financeira | 0.42206 | 0.140685 |
| Arquitetura Tecnológica | 0.37656 | 0.125520 |
| Governança | 0.06974 | 0.023245 |
| Objetivos Estratégicos | 0.13165 | 0.043883 |
| Payback | 0.76595 | 0.107759 |
| TCO | 0.04256 | 0.005987 |
| VPL | 0.19149 | 0.026940 |
| Atualização Tecnológica | 0.02615 | 0.003282 |
| Disponibilidade | 0.34078 | 0.042774 |
| Eficiência | 0.17610 | 0.022104 |
| Escalabilidade | 0.07261 | 0.009114 |
| Mobilidade | 0.10730 | 0.013468 |
| Portabilidade de Plataforma | 0.08376 | 0.010514 |
| Resiliência | 0.09628 | 0.012085 |
| Segurança | 0.09702 | 0.012178 |

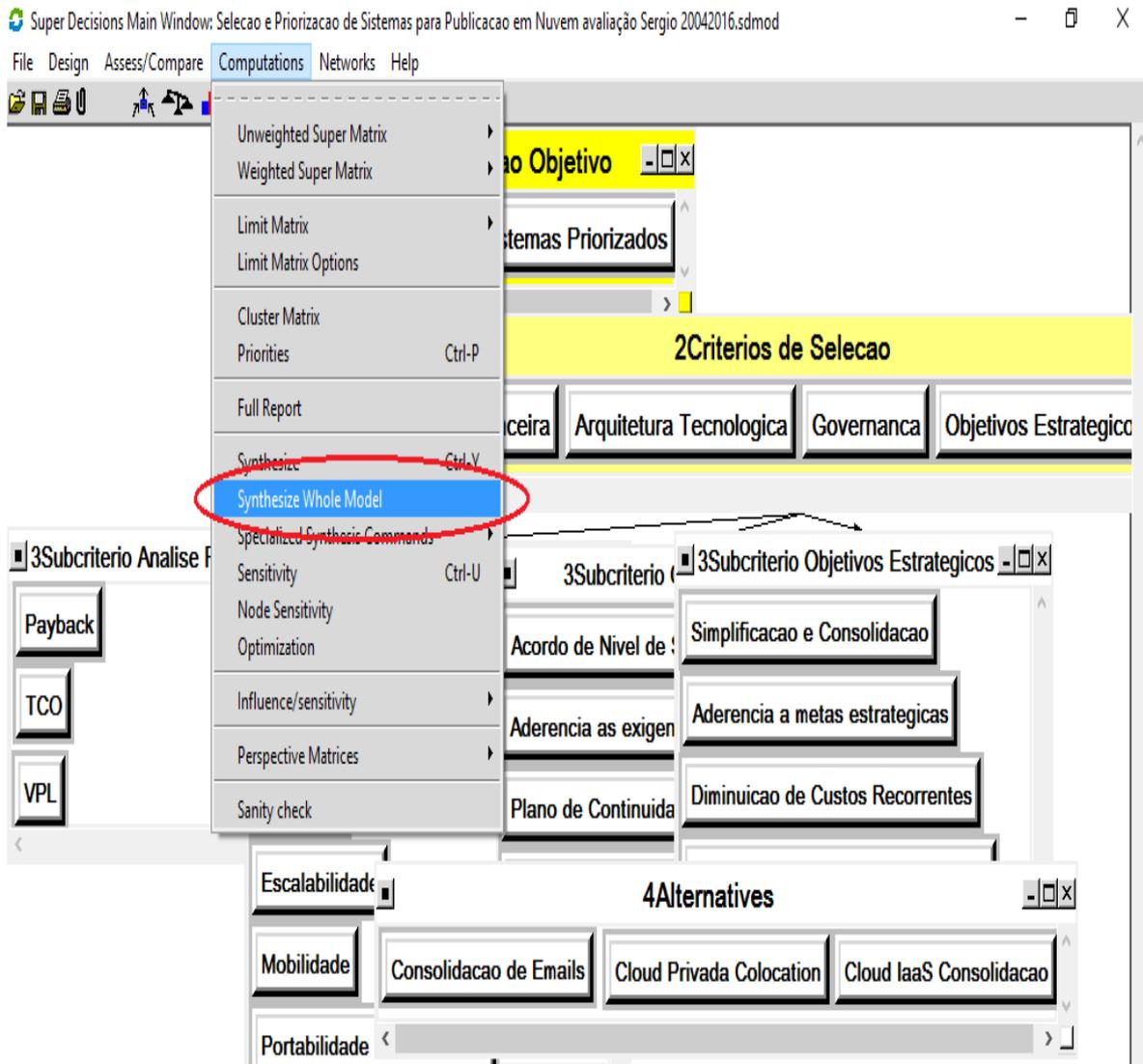
| | | |
|---|----------------|-----------------|
| Acordo de Nível de Serviço | 0.29368 | 0.006827 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0.33735 | 0.007842 |
| Gerenciamento de Eventos | 0.19375 | 0.004504 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0.11129 | 0.002587 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0.06392 | 0.001486 |
| Aderência a metas estratégicas | 0.27614 | 0.012118 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0.39052 | 0.017137 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0.13807 | 0.006059 |
| Simplificação e Consolidação | 0.19527 | 0.008569 |
| Cloud IaaS Consolidação | 0.31603 | 0.105343 |
| Cloud Privada Colocation | 0.34967 | 0.116557 |
| Consolidação de E-mails | 0.33430 | 0.111433 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

A coluna '*Normalized by Cluster*' contém os valores normalizados dos critérios das comparações realizadas no próprio nó (nível hierárquico), enquanto que a coluna '*Limiting*' se refere ao peso ponderado de cada critério em todo o modelo de análise hierárquica.

Resultado da Priorização das Alternativas: Neste passo é extraída a lista de priorização dos projetos de sistemas para publicação em nuvem, que representa o julgamento de todas as preferências do decisor de acordo com o modelo de tomada de decisão proposto. As Figuras 26 e 27 ilustram o comentado.

Figura 26. Demonstração de como extrair a lista de Priorização no Superdecisions.



Fonte: elaboração própria, 2016

Para a extração da lista de priorização do modelo de tomada de decisão no Superdecisions, basta selecionar o menu 'Computations', e depois a opção 'Synthesize Whole Model'. E os resultados serão exibidos conforme exemplo da Figura 26.

Figura 27. Exemplo de lista de priorização extraída do Superdecisions.

| Name | Graphic | Ideals | Normals | Raw |
|--------------------------|---------|----------|----------|----------|
| Cloud IaaS Consolidacao | | 0.903790 | 0.316029 | 0.105343 |
| Cloud Privada Colocation | | 1.000000 | 0.349671 | 0.116557 |
| Consolidacao de Emails | | 0.956044 | 0.334300 | 0.111434 |

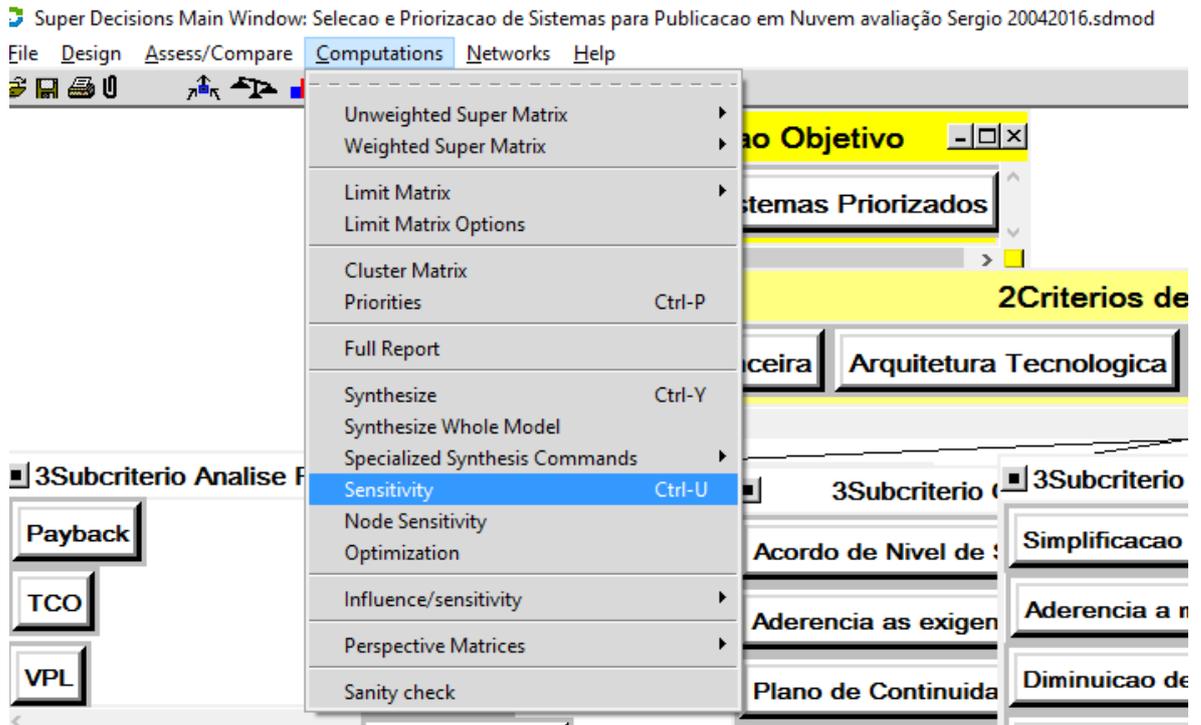
Fonte: elaboração própria, 2016

Os valores da coluna 'Raw' da Figura 27, foram extraídos da Supermatriz Limite, que traduz o valor da importância de cada elemento em todo o modelo de análise. Os valores da coluna 'Normals' são obtidos a partir da normalização dos dados da coluna 'Raw', e definem o resultado final da priorização de alternativas do modelo. Os valores da coluna 'Ideals' são obtidos pela divisão de cada um dos valores da coluna 'Raw' pelo maior valor desta coluna.

i) – Análise de Sensibilidade dos Critérios: Esta análise dá ao decisor a possibilidade de identificar como cada um dos elementos de comparação da modelo influência no resultado final das priorizações. Portanto, é possível efetuar simulações de alterações nas preferências dos elementos a fim de entender como o resultado final da ordem de prioridades será afetado a partir de uma determinada mudança de preferência para um determinado critério, e estabelecer cenários de estudo com base na interpretação dos fatos que podem influenciar as alterações de preferência.

Para acessar a funcionalidade de análise de sensibilidade no Superdecisions é necessário clicar no menu 'Computations', e selecionar a opção 'Sensitivity' como na Figura 28, ou apertar simultaneamente as teclas 'Ctrl' + 'U', com a tela do software aberta.

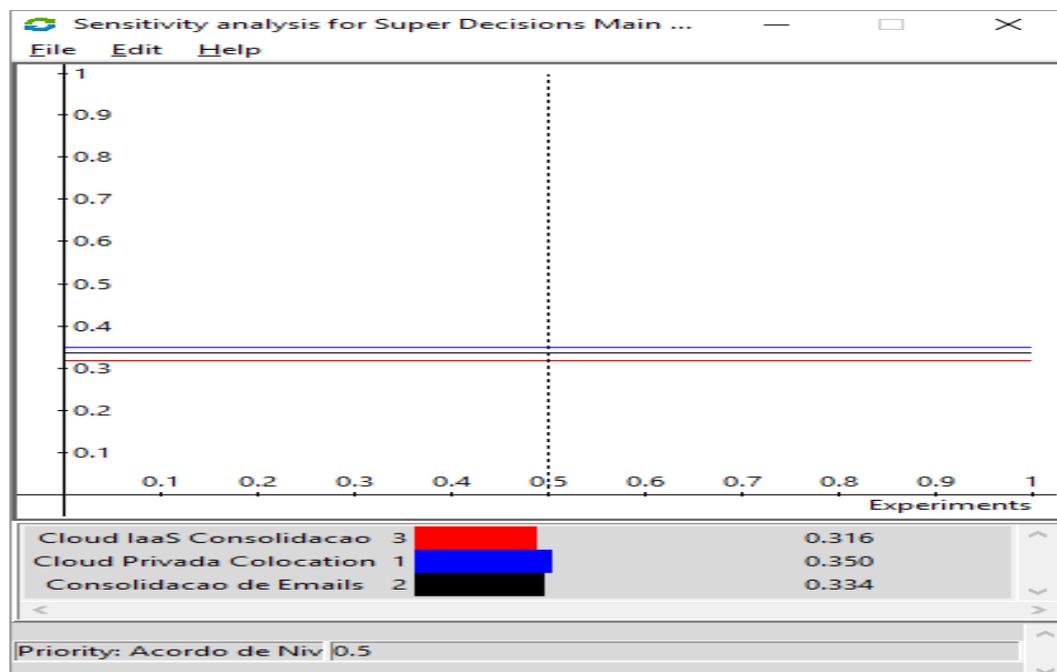
Figura 28. Exemplo de acesso a Análise de Sensibilidade no Superdecisions.



Fonte: elaboração própria, 2016

Após selecionar a opção 'Sensitivity' no menu 'Computations' será apresentada a avaliação inicial do resultado da priorização das alternativas considerando o primeiro critério ordenado por ordem alfabética, no exemplo do Gráfico 1 esse parâmetro foi 'Acordo de Nível de Serviço'.

Gráfico 1. Exemplo de análise de sensibilidade.

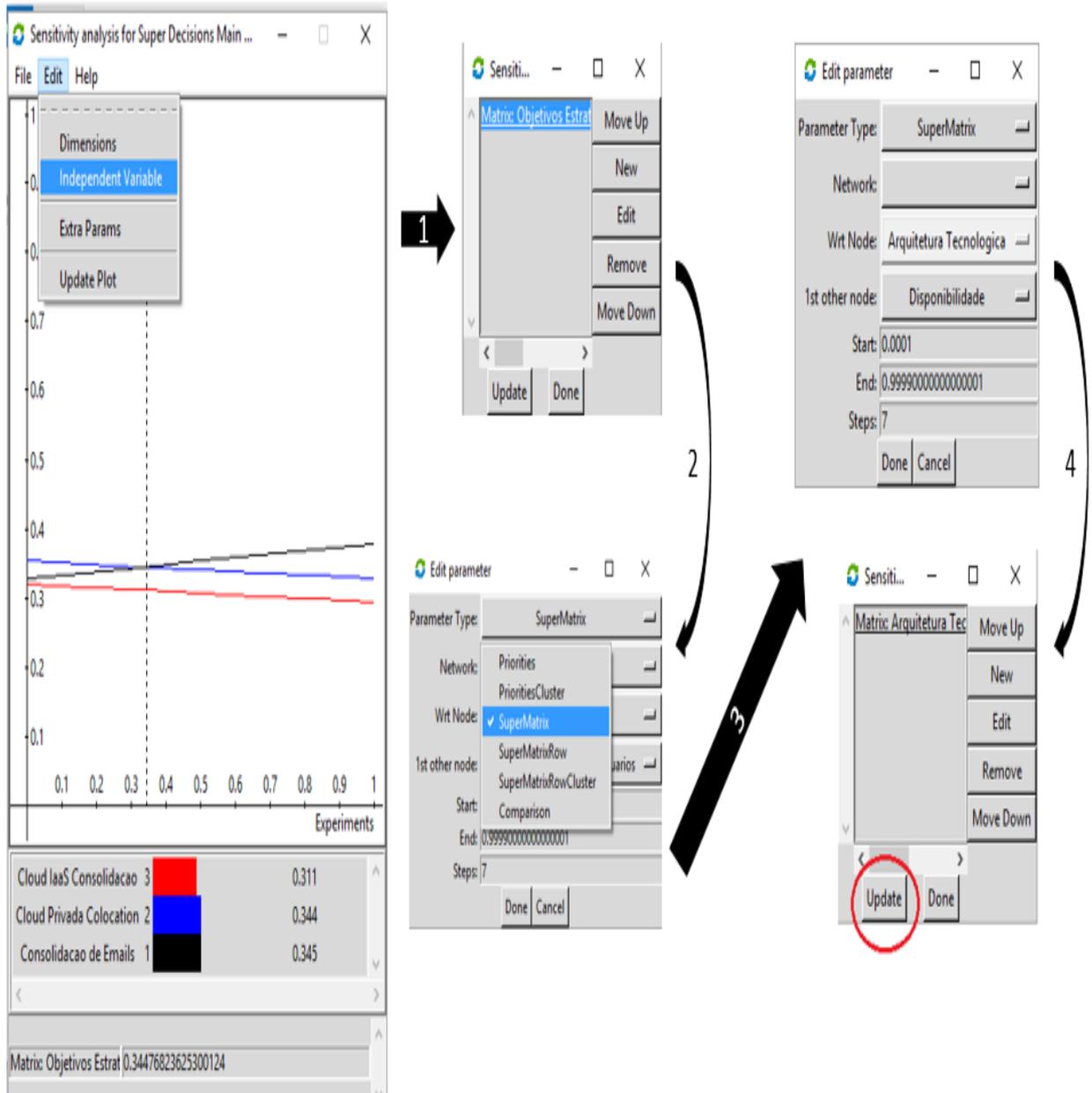


Fonte: elaboração própria, 2016

No exemplo do Gráfico 1, o eixo horizontal determina o grau de preferência do critério selecionado na supermatriz de seu *Cluster*. Neste caso, a preferência do parâmetro selecionado no *Cluster* ao qual pertence 'Governança' está em 50% (linha tracejada da Figura). A linha vertical do eixo cartesiano do Gráfico representa o grau de preferência de cada uma das alternativas de sistema para a avaliação do critério escolhido, neste exemplo o projeto '*Cloud Privada Colocation 1*' aparece com maior preferência no valor de 35%, o projeto '*Consolidação de Emails 2*' aparece em segundo com 33,4%, e por último aparece o projeto '*Cloud IaaS Consolidação 3*' com 31,6%. Esses valores de preferência podem se alterar a medida que se desloca a linha tracejada sobre o eixo horizontal, caso, a alteração do grau de importância do critério em análise altere a ordem de preferência da escolha de alternativas com pesos diferentes dados pelo decisor quando avaliou cada um dos projetos sob a óptica desse critério, caso a avaliação tenha sido igual, ou muito próxima, para cada um dos projetos, a alteração do peso do critério no seu *Cluster* não implicará necessariamente em alteração de prioridade dos projetos, e este é o caso para o critério analisado no Gráfico 1.

Para a alteração do critério que se deseja analisar, deve-se seguir os 4 passos indicados na Figura 30, a partir da tela de Análise de Sensibilidade selecionar o Menu 'Edit', Selecionar o Critério destacado com fundo em azul conforme passo 1, Clicar no botão 'Edit', selecionar a opção 'Supermatriz' como no passo 2, no passo 3 deve-se selecionar o *Cluster* desejado na opção 'Wrt Node:' e o critério a ser avaliado em '1st other node', neste exemplo o *Cluster* é Arquitetura Tecnológica, e o critério é 'Disponibilidade', para finalizar de acordo com o indicado no passo 4 é só clicar no botão 'Update' para garantir que o Gráfico da análise de sensibilidade foi ajustado de acordo com as novas configurações de parâmetros.

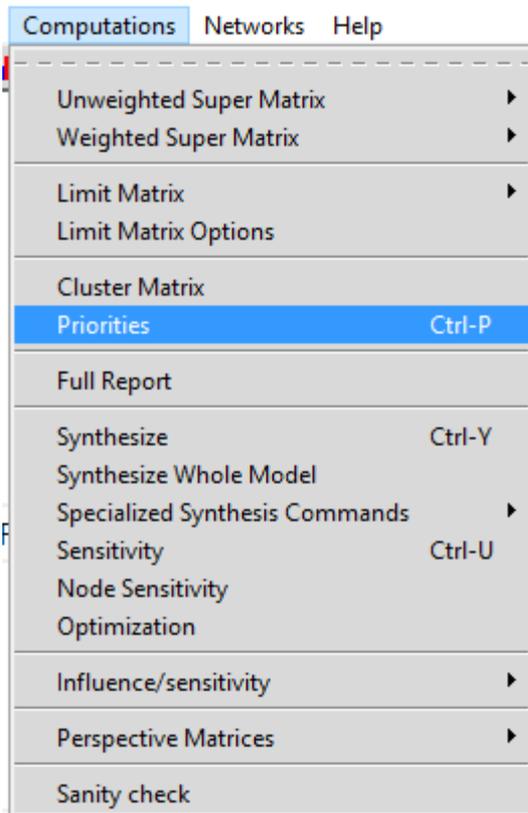
Figura 29. Seleção do critério a ser avaliado na análise de Sensibilidade.



Fonte: elaboração própria, 2016

Para saber qual é o peso ponderado do critério em análise é necessário seleccionar o menu 'Computations' e seleccionar a opção 'Priorities', ou apertar simultaneamente as teclas 'Ctrl' e 'P' como na Figura 30.

Figura 30. Passos para a verificação dos pesos ponderados de cada critério em seu *Cluster*.



Fonte: elaboração própria, 2016

As ponderações são apresentadas como na Figura 31

Figura 31. Peso ponderado dos critérios de uma análise hierárquica.

| Icon | Name | Normalized by Cluster | Limiting |
|---------|-------------------------------|-----------------------|----------|
| No Icon | Lista de Sistemas Priorizados | 0.00000 | 0.000000 |
| No Icon | Analise Financeira | 0.42206 | 0.140685 |
| No Icon | Arquitetura Tecnologica | 0.37656 | 0.125520 |
| No Icon | Governanca | 0.06974 | 0.023245 |
| No Icon | Objetivos Estrategicos | 0.13165 | 0.043883 |
| No Icon | Payback | 0.76595 | 0.107759 |

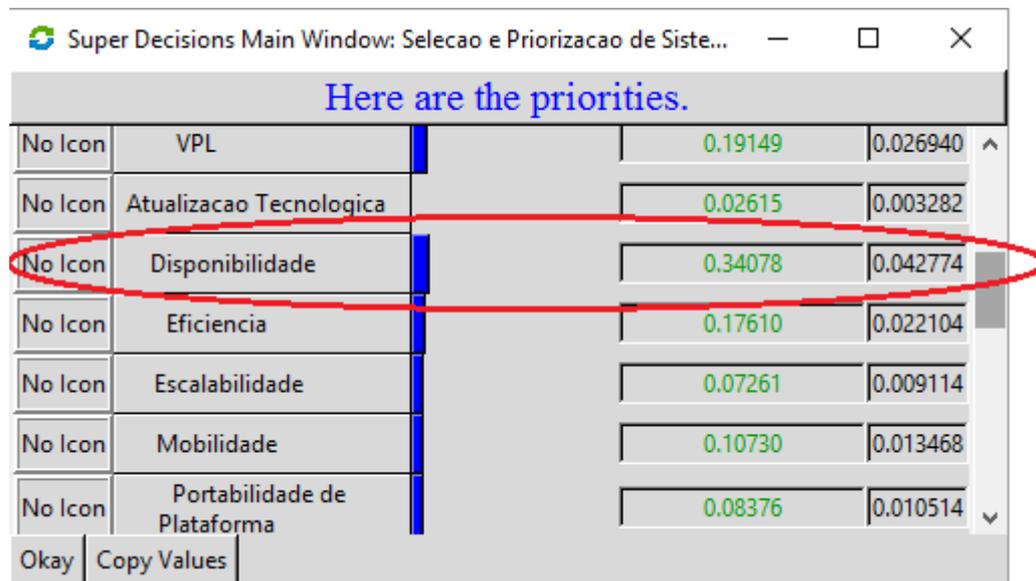
Fonte: elaboração própria, 2016

A coluna 'Normalized by *Cluster*' na Figura 31, representa o valor ponderado do critério em seu *Cluster*, que servirá de base para interpretar o

resultado da análise de sensibilidade. A coluna 'Limiting' representa o peso ponderado do elemento em todo o modelo de análise.

A Figura 32, mostra em destaque o valor do peso ponderado do critério 'Disponibilidade' em seu *Cluster* 'Arquitetura Tecnológica', neste caso é de 0,34078.

Figura 32. Peso ponderado do critério Disponibilidade no *Cluster* Arquitetura Tecnológica.



Super Decisions Main Window: Selecao e Priorizacao de Siste... — □ ×

Here are the priorities.

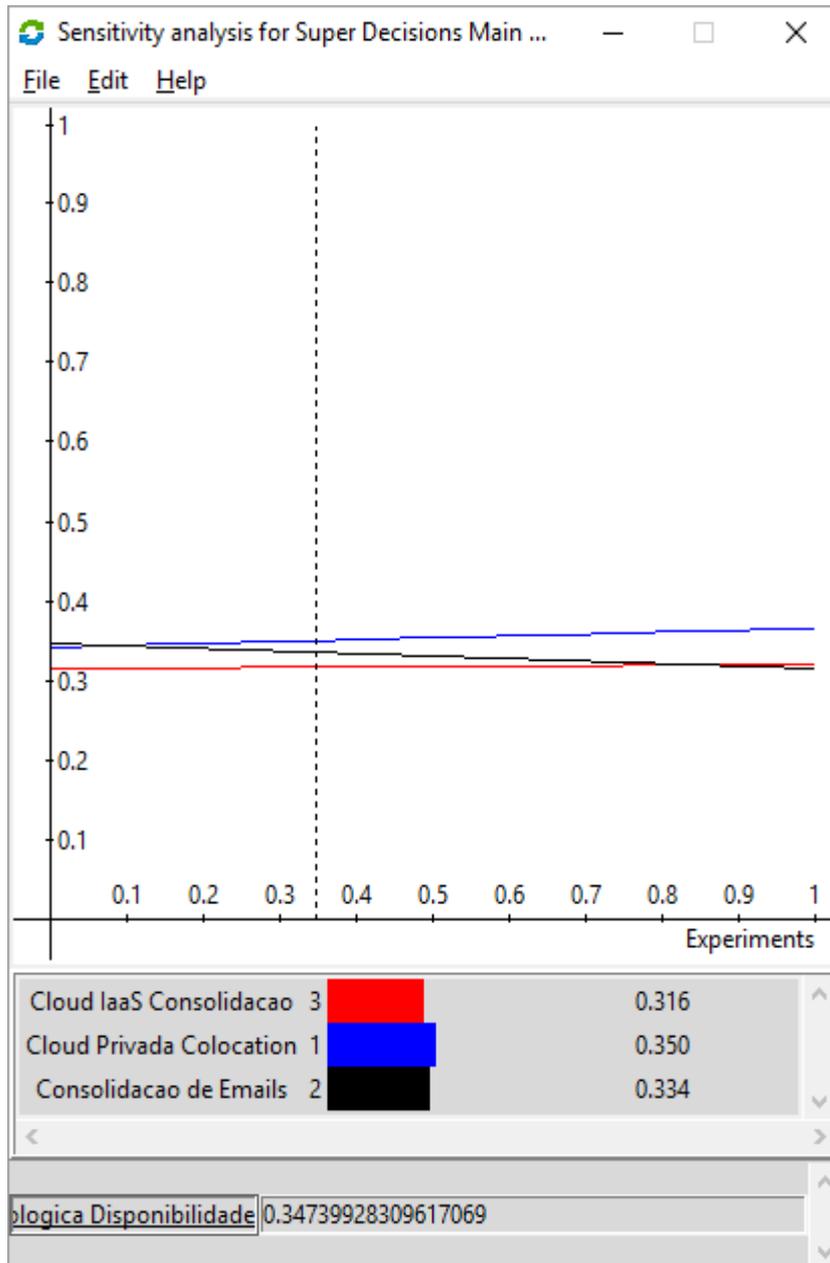
| | | | |
|---------|-----------------------------|---------|----------|
| No Icon | VPL | 0.19149 | 0.026940 |
| No Icon | Atualizacao Tecnologica | 0.02615 | 0.003282 |
| No Icon | Disponibilidade | 0.34078 | 0.042774 |
| No Icon | Eficiencia | 0.17610 | 0.022104 |
| No Icon | Escalabilidade | 0.07261 | 0.009114 |
| No Icon | Mobilidade | 0.10730 | 0.013468 |
| No Icon | Portabilidade de Plataforma | 0.08376 | 0.010514 |

Okay Copy Values

Fonte: elaboração própria, 2016

O Gráfico 2 reflete a ordem de priorização resultante dos projetos em análise, se posicionarmos a linha tracejada, que diz o grau de relevância do critério 'Disponibilidade' no *Cluster* 'Arquitetura Tecnológica', para este caso será usado como exemplo o valor de 0,34739.

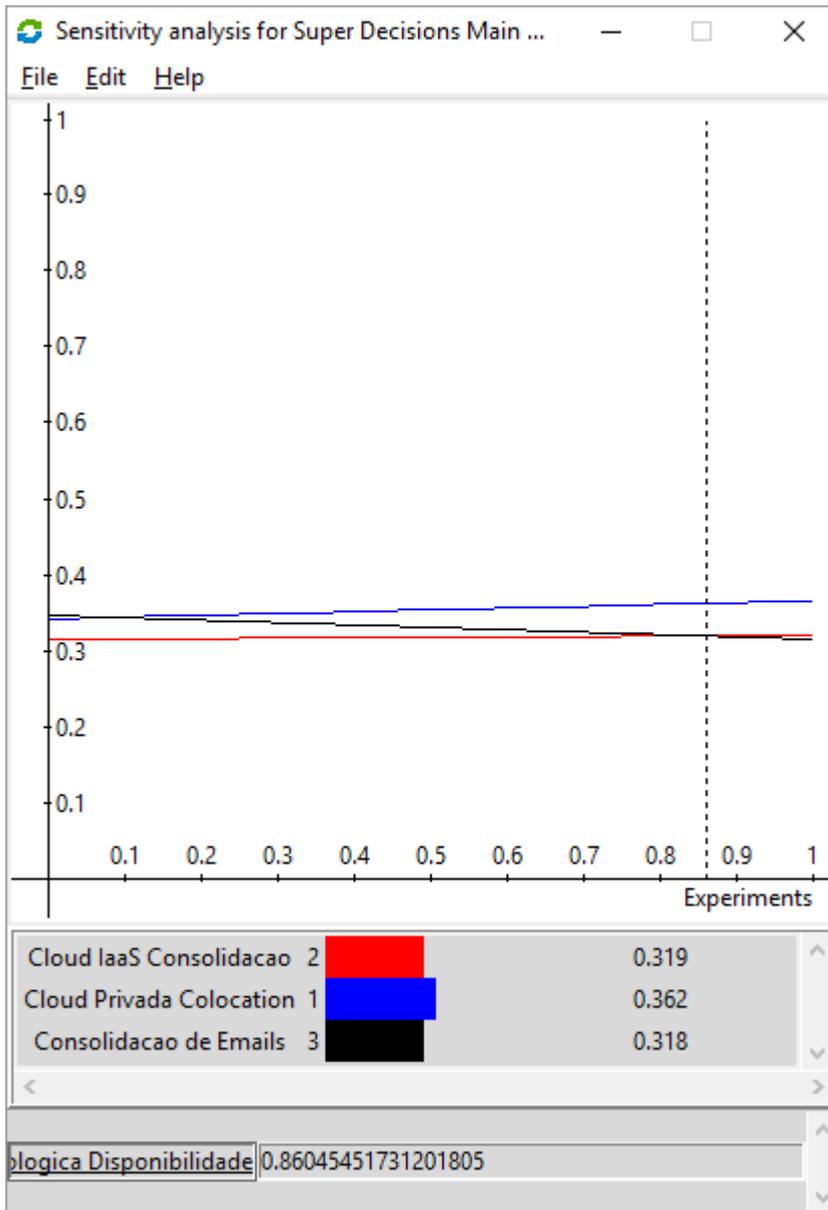
Gráfico 2. Análise de sensibilidade para o grau de relevância 0,34739 para o critério Disponibilidade no *Cluster* Arquitetura Tecnológica.



Fonte: elaboração própria, 2016

No entanto, se a importância desse critério em seu *Cluster* for alterada para valores superiores a 0,86045, a ordem de prioridade das alternativas será alterada, de forma que o projeto 'Cloud Privada Colocation' com a preferência de 0,362 continuará a ter a maior prioridade. Entretanto, a prioridade do segundo e terceiro colocado será alterada, ficando 'Cloud IaaS Consolidação' em segundo lugar com 0,319, e 'Consolidação de Emails' em terceiro com 0,318, como se pode notar no Gráfico 3.

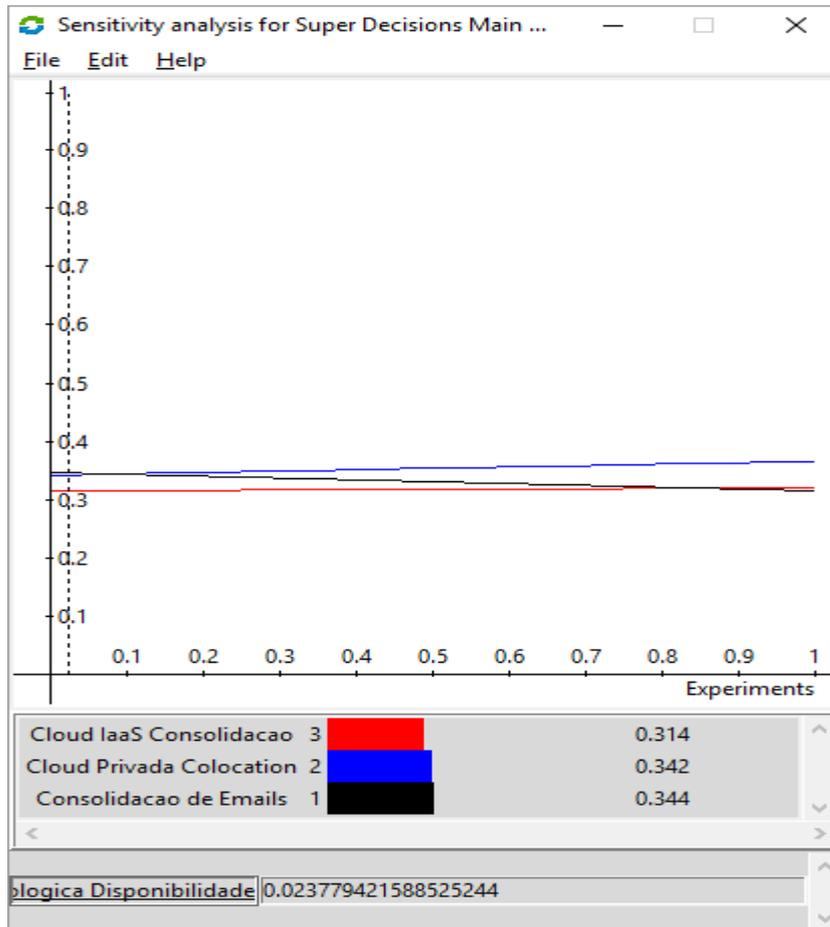
Gráfico 3. Exemplo de alteração de prioridades de projetos com base na alteração de relevância do critério disponibilidade.



Fonte: elaboração própria, 2016

Já para uma relevância menor que 0,02377 para o critério disponibilidade, todas as ordens de prioridade dos projetos são alteradas, ficando agora 'Consolidação de Emails' em primeiro lugar com 0,344, 'Cloud Privada Colocation' como segundo com 0,342, e 'Cloud IaaS Consolidação' em último com 0,314, de acordo com o Gráfico 4.

Gráfico 4. Segundo exemplo de alteração de prioridade de projetos a partir de uma alteração da relevância do critério 'disponibilidade' no seu *Cluster*.



Fonte: elaboração própria, 2016

Com o objetivo de validar o modelo proposto de auxílio à Priorização e Seleção de Sistemas para a Publicação em Nuvem, um exercício de simulação foi realizado, conforme descrito nas Seções 6.5, 6.6 e 6.7.

6.4 Descrição do Cenário da simulação

Para a simulação, os critérios do método de auxílio a tomada de decisão são os mesmos usados no experimento prático descrito na Seção 6.3, com a adição da categoria Inclusão Digital contendo 3 subcritérios, conforme a Tabela 11:

Tabela 11. Categoria de Critérios Inclusão Digital, e seus sub-critérios.

| Descrição dos Critérios de Agrupamento | |
|--|--|
| Inclusão Digital: | |
| DISPONIBILIDADE DE ACESSO | Descreve a capacidade da solução de estar acessível a maior porção possível de usuários por meio do uso de recursos de baixo custo como: Computadores com recursos básicos de hardware, conexão de internet de baixa velocidade, e capacidade de rodar em múltiplas plataformas. |

| | |
|-------------------------------|---|
| INTELIGIBILIDADE | Avalia a simplicidade da solução, no que se refere ao quanto de esforço é necessário para que usuários de diferentes graus de instrução possam utilizar o sistema da maneira mais inclusiva possível. |
| USABILIDADE OU ACESSIBILIDADE | Está relacionado a acessibilidade e a adaptabilidade ao uso para usuários que possuam limitações como: deficiência visual, deficiência auditiva, deficiência física. |

Fonte: elaboração própria, 2016

A categoria Inclusão digital tem a sua justificativa quando da aplicação do método para a priorização e seleção de sistemas para a publicação em Nuvem em cidades digitais, pois esta é uma característica mandatória de soluções voltadas para atendimento ao cidadão (Tambascia et al., 2006).

Os níveis hierárquicos do modelo na simulação estão refletidos na Figura 33.

6.5 Descrição dos Sistemas Hipotéticos Avaliados

Ainda para fins de validação do modelo de priorização e seleção de sistemas para a publicação em nuvem, foram propostas 5 alternativas hipotéticas de sistemas: controle de um estacionamento vertical público, controle de um sistema de trem de alta velocidade, controle de postos de saúde e farmácias digitais, controle de merendas de escolas municipais, controle de bibliotecas municipais, que potencialmente poderiam ser hospedados numa tecnologia de computação em nuvem, acessados através da Internet, de forma a oferecer serviços ubíquos para os cidadãos de uma cidade digital.

Após a fase de captação das propostas de sistemas para a publicação em nuvem, foi realizada uma análise de viabilidade inicial das propostas de projetos, a fim de determinar a exequibilidade de cada uma, e identificar quais alternativas deveriam seguir para a análise hierárquica. No cenário hipotético, 2 projetos foram excluídos nessa fase, devido à menor prioridade se comparados com os demais, e considerando a realidade de qualquer cidade brasileira em 2016, a qual impede a realização de um projeto desse porte por questões orçamentárias, somado ao fato da existência de outras deficiências em serviços essenciais à população como educação, saúde e acesso à cultura e informação. Nesse quadro, os sistemas não aprovados para seguirem no processo de análise hierárquica foram: Controle de um estacionamento vertical público, Controle de um sistema de trem de alta velocidade

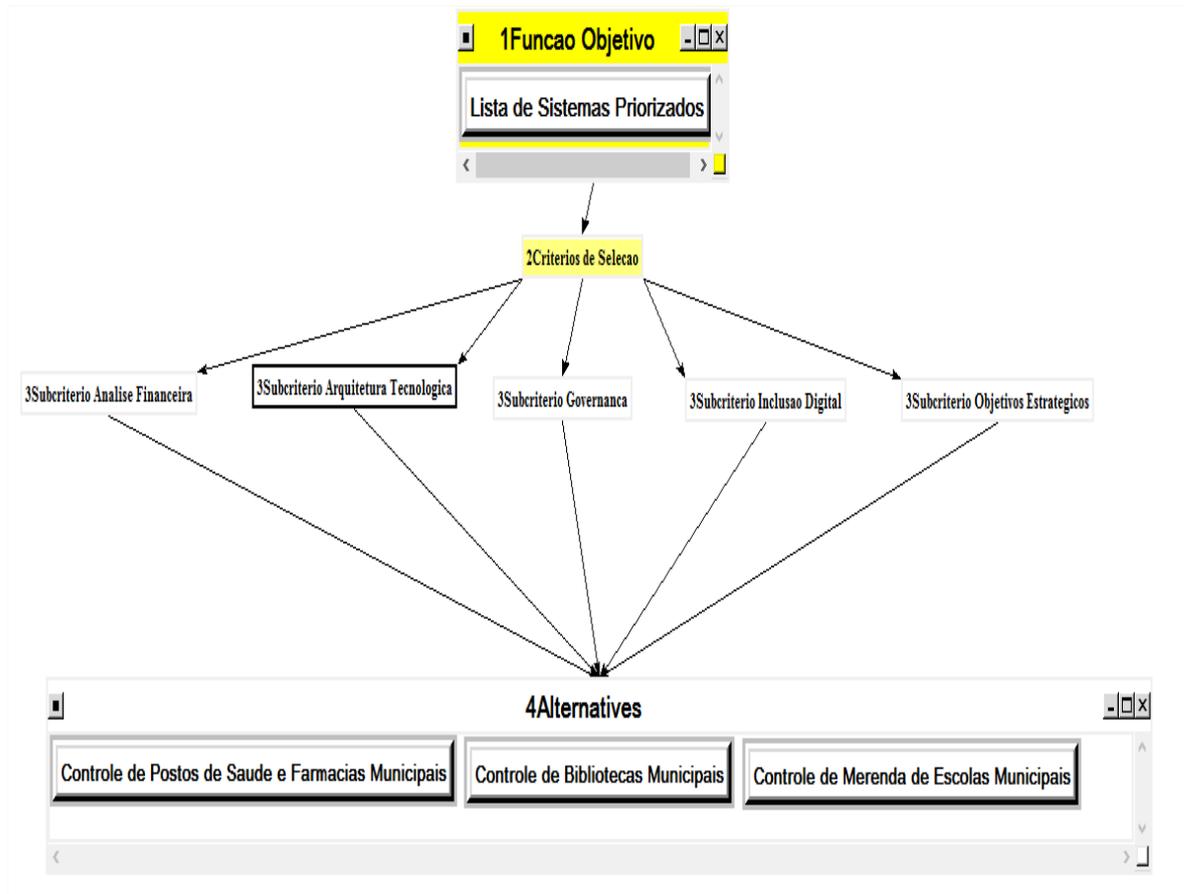
As alternativas de Sistemas selecionados para a fase de Análise Hierárquica foram:

Controle de postos de saúde e Farmácias municipais: *Software* de gestão de toda a cadeia de compras, armazenamento, liberação de medicamentos, descarte, e transferências de medicamentos entre postos de saúde, para toda a rede municipal, com acesso e visualização em tempo real do status de cada uma das unidades gerenciadas, a partir de uma plataforma hospedada em computação em nuvem.

Controle de Bibliotecas Municipais: *Software* para a gestão de bibliotecas municipais, incluindo as unidades das escolas e faculdades municipais, com capacidade para gerenciar todo ciclo de vida do acervo desde sua aquisição, acomodação física e digital, e o descarte para toda a rede municipal, com acesso e visualização em tempo real do status de cada uma das unidades gerenciadas, a partir de uma plataforma hospedada em computação em nuvem.

Controle de Merenda de Escolas Municipais: *Software* para a gestão da merenda escolar de todas as unidade municipais, capaz de gerenciar todo o ciclo de vida dos alimentos no sistema de merenda escolar, desde a sua aquisição, armazenamento, data de validade por lote, liberação para uso, sequência indicada de uso para evitar a perda de alimentos, controle das unidades utilizadas e a disposição por escola, e o descarte de alimentos vencidos, com acesso e visualização em tempo real do status de cada uma das unidades gerenciadas, a partir de uma plataforma hospedada em computação em nuvem.

Figura 33. Modelo de auxílio à Priorização e Seleção de Sistemas para a Publicação em Nuvem em Cidades Digitais.



Fonte: elaboração própria, 2016

Após a identificação dos critérios relevantes para formação da hierarquia de análise do modelo, foi realizada a avaliação independente de cada uma das alternativas dentre os sistemas selecionados, face a cada um dos subcritérios de cada uma das 5 categorias de critérios (Análise financeira, Arquitetura Tecnológica, Governança, Inclusão Digital e Objetivos Estratégicos). Os resultados dessa comparação pareada estão refletidos nas Tabelas 12, 13 e 14:

Tabela 12. Avaliação individual do Sistema de Controle de Bibliotecas Municipais.

| Critérios de Agrupamento - Sistema de Controle de Bibliotecas Municipais | | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------------|---|--|-----|-------------------------------|---|--|---|
| Análise Financeira: | | Arquitetura Tecnológica: | | Governança: | | Inclusão Digital: | | Objetivos Estratégicos: | |
| VPL | R\$ 100.000,00 | Segurança | 8 | Acordo de Nível de Serviço | Sim | Inteligibilidade | 7 | Diminuição de Custos Recorrentes | 5 |
| TIR | 12% | Portabilidade de Plataforma | 9 | Plano de Continuidade do Negócio | Não | Usabilidade ou Acessibilidade | 7 | Melhoria da Satisfação dos usuários | 6 |
| PAYBACK | 1 ano | Mobilidade | 9 | Plano de Recuperação de Desastres | Sim | Disponibilidade de | 7 | Aumento da Transparência nos Serviços Públicos | 4 |
| TCO (4 anos) | R\$ 480.000,00 | Escalabilidade | 6 | Aderência às exigências de Conformidade (Compliance) | Não | | | Aumento da Eficiência na Prestação de Serviço | 5 |
| | | Eficiência | 6 | | | | | | |
| | | Atualização Tecnológica | 7 | | | | | | |
| | | Disponibilidade | 7 | | | | | | |
| | | Resiliência | 4 | | | | | | |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 13. Avaliação individual do Sistema de Controle de Postos de Saúde e Farmácias Municipais.

| Critérios de Agrupamento - Controle de Postos de Saúde e Farmácias Municipais | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------------------|---|--|-----|-------------------------------|---|--|---|
| Análise Financeira: | | Arquitetura Tecnológica: | | Governança: | | Inclusão Digital: | | Objetivos Estratégicos: | |
| VPL | R\$ 1.200.000,00 | Segurança | 8 | Acordo de Nível de Serviço | Sim | Inteligibilidade | 4 | Diminuição de Custos Recorrentes | 7 |
| TIR | 35% | Portabilidade de Plataforma | 7 | Plano de Continuidade do Negócio | Sim | Usabilidade ou Acessibilidade | 7 | Melhoria da Satisfação dos usuários | 8 |
| PAYBACK | 1,5 anos | Mobilidade | 7 | Plano de Recuperação de Desastres | Sim | Disponibilidade de Acesso | 8 | Aumento da Transparência nos Serviços Públicos | 7 |
| TCO (4 anos) | R\$ 380.000,00 | Escalabilidade | 9 | Aderência às exigências de Conformidade (Compliance) | Não | | | Aumento da Eficiência na Prestação de Serviço | 7 |
| | | Eficiência | 7 | | | | | | |
| | | Atualização Tecnológica | 8 | | | | | | |
| | | Disponibilidade | 9 | | | | | | |
| | | Resiliência | 8 | | | | | | |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 14. Avaliação individual do Sistema de Controle de Postos de Saúde e Farmácias Municipais.

| Critérios de Agrupamento - Sistema de Controle de Merendas em Escolas Municipais | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------------|---|--|-----|-------------------------------|--|---|
| Análise Financeira: | | Arquitetura Tecnológica: | | Governança: | | Inclusão Digital: | Objetivos Estratégicos: | |
| VPL | R\$ 800.000,00 | Segurança | 7 | Acordo de Nível de Serviço | Sim | Inteligibilidade | Diminuição de Custos Recorrentes | 8 |
| TIR | 23% | Portabilidade de Plataforma | 6 | Plano de Continuidade do Negócio | Não | Usabilidade ou Acessibilidade | Melhoria da Satisfação dos usuários | 5 |
| PAYBACK | 1 ano | Mobilidade | 5 | Plano de Recuperação de Desastres | Não | Disponibilidade de Acesso | Aumento da Transparência nos Serviços Públicos | 6 |
| TCO (4 anos) | R\$ 270.000,00 | Escalabilidade | 8 | Aderência às exigências de Conformidade (Compliance) | Sim | | Aumento da Eficiência na Prestação de Serviço | 7 |
| | | Eficiência | 7 | | | | | |
| | | Atualização Tecnológica | 7 | | | | | |
| | | Disponibilidade | 7 | | | | | |
| | | Resiliência | 6 | | | | | |

Fonte: elaboração própria, 2016

6.6 Análise dos Resultados da Comparação Pareada

Depois de concluída a avaliação individual de cada uma das alternativas de sistemas, foi realizada a comparação binária, com a utilização do software Superdecisions. O Resultado da comparação pareada por subcritério em seu próprio *Cluster* pode ser verificado na coluna *Norm*, nas Tabelas 15, 16, 17, 18, 19 e 20.

Tabela 15. Avaliação pareada dos subcritérios do *Cluster* Categoria de Critérios

| Itens da Hierarquia | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Análise Financeira | 0,44205 |
| Arquitetura Tecnológica | 0,22516 |
| Governança | 0,10758 |
| Inclusão Digital | 0,09171 |
| Objetivos Estratégicos | 0,1335 |
| Inconsistência | 0,02842 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Tabela 15 revelou que, nessa simulação, as 2 categorias de critérios com maior grau de importância segundo o julgamento do decisor, a respeito da importância de cada categoria de critérios no seu respectivo Cluster, foram Análise Financeira com 44,20% da preferência, e Arquitetura Tecnológica com 22,52%.

Tabela 16. Avaliação pareada dos subcritérios do *Cluster* Inclusão Digital.

| Inclusão Digital | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Disponibilidade de Acesso | 0,31581 |
| Inteligibilidade | 0,46346 |
| Usabilidade ou Acessibilidade | 0,22072 |
| Inconsistência | 0,03548 |

Fonte: elaboração própria, 2016

No *Cluster* Inclusão Digital, o critério com maior importância foi Inteligibilidade com 46,3%, seguido pelo critério Disponibilidade de Acesso com 31,58%.

Tabela 17. Avaliação pareada dos subcritérios do *Cluster* Arquitetura Tecnológica.

| Arquitetura Tecnológica | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Atualização Tecnológica | 0,02454 |
| Disponibilidade | 0,21368 |
| Eficiência | 0,26844 |
| Escalabilidade | 0,10242 |
| Mobilidade | 0,02997 |
| Portabilidade de Plataforma | 0,0813 |
| Resiliência | 0,1727 |
| Segurança | 0,10695 |
| Inconsistência | 0,07505 |

Fonte: elaboração própria, 2016

O *Cluster* Arquitetura Tecnológica é o que possui maior número de critérios, sendo 8 no total, dentre os quais se destacaram Eficiência com 26,84% e Disponibilidade com 21,37%.

Tabela 18. Avaliação pareada dos subcritérios do *Cluster* Governança.

| Governança | Normalizado por Cluster |
|--|--------------------------------|
| Acordo de Nível de Serviço | 0,60177 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0,12145 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0,1461 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0,13068 |
| Inconsistência | 0,01114 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Tabela 18 mostra uma forte polarização na categoria Governança, nesse caso, o maior grau de importância foi obtido pelo critério acordo de nível de serviço com 60,18%.

Tabela 19. Avaliação pareada dos subcritérios do *Cluster* Objetivos Estratégicos.

| Objetivos Estratégicos | Normalizado por Cluster |
|---|--------------------------------|
| Aumento da Eficiência na Prestação de Serviço | 0,23312 |
| Aumento da Transparência nos Serviços Públicos | 0,1326 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0,50278 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0,1315 |
| Inconsistência | 0,04379 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Na categoria Objetivos Estratégicos, o critério com maior destaque foi Diminuição de Custos recorrentes com 50,278%.

Tabela 20. Avaliação pareada dos subcritérios do *Cluster* Análise Financeira.

| Análise Financeira | Normalizado por Cluster |
|---------------------------|--------------------------------|
| Payback | 0,12606 |
| TCO | 0,35859 |
| TIR | 0,09053 |
| VPL | 0,42482 |
| Inconsistência | 0,03666 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Na categoria de critérios Análise financeira a preferência ficou polarizada em 2 critérios principalmente, sendo eles, VPL com 42,48% e TCO com 35,86%.

6.6.1 Resultados da Supermatriz da Análise hierárquica

A Supermatriz demonstra a importância relativa de cada um dos componentes da análise hierárquica para a definição da priorização da lista de sistema para a publicação em nuvem.

A Tabela 21 contém os resultados da priorização por *Cluster* e em todo o modelo, as cinco primeiras linhas referem-se às categorias de critérios, e cada uma está destacada com uma cor específica para diferenciá-las. As demais linhas também com a cor de fundo coloridas representam os critérios, cada critério possui a mesma cor de fundo que a sua categoria de critério, as 3 últimas linhas representam os 3 sistemas analisados durante a simulação.

A Coluna 'Normalizado por *Cluster*' revela a importância relativa do componente em seu *Cluster* de julgamento, por exemplo, segundo a Tabela 15 'Análise Financeira' possui uma importância de 44,20% no *Cluster* 'Categoria de Critérios'.

A Coluna 'Importância na Hierarquia', demonstra a importância relativa de cada componente em toda a hierarquia de análise, portanto, apesar de 'Análise Financeira' apresentar uma importância de 44,20% no *Cluster* 'Categoria de critérios' ele possui apenas 14,73% de importância para a definição do resultado da priorização na análise.

Tabela 21. Supermatriz Normalizada da Análise hierárquica da simulação.

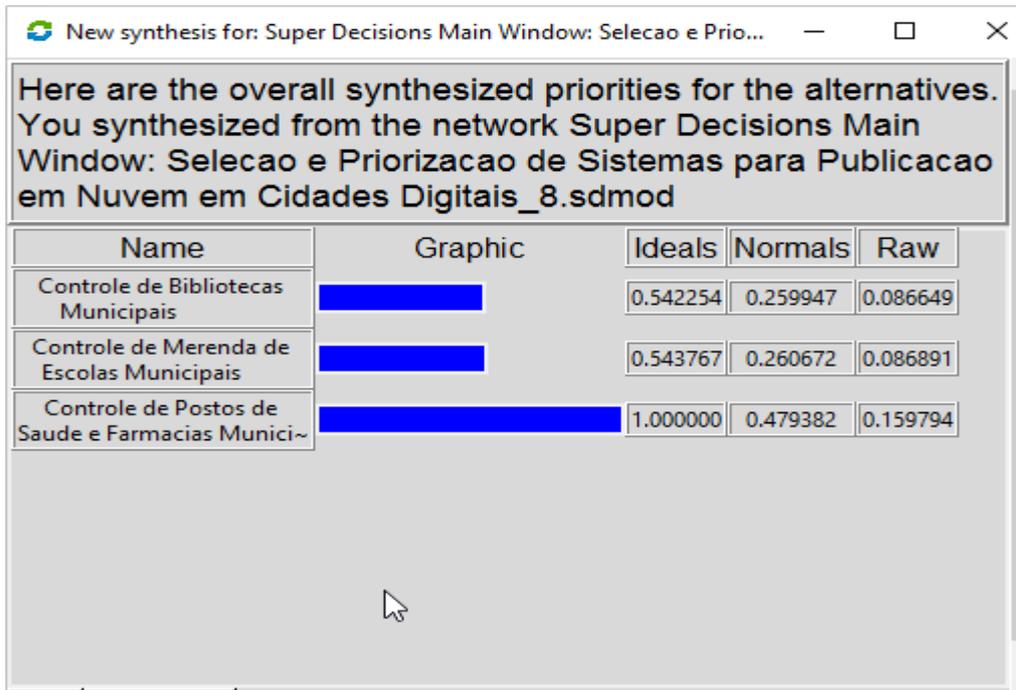
| Itens da Hierarquia | Normalizado por <i>Cluster</i> | Importância na Hierarquia |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Análise Financeira | 0,44205 | 0,147349 |
| Arquitetura Tecnológica | 0,22516 | 0,075052 |
| Governança | 0,10758 | 0,035859 |
| Inclusão Digital | 0,09171 | 0,030571 |
| Objetivos Estratégicos | 0,1335 | 0,044501 |
| <i>Payback</i> | 0,12606 | 0,018575 |
| TCO | 0,35859 | 0,052838 |
| TIR | 0,09053 | 0,013339 |
| VPL | 0,42482 | 0,062596 |
| Atualização Tecnológica | 0,02454 | 0,001842 |

| | | |
|---|----------------|-----------------|
| Disponibilidade | 0,21368 | 0,016037 |
| Eficiência | 0,26844 | 0,020147 |
| Escalabilidade | 0,10242 | 0,007687 |
| Mobilidade | 0,02997 | 0,002249 |
| Portabilidade de Plataforma | 0,0813 | 0,006102 |
| Resiliência | 0,1727 | 0,012962 |
| Segurança | 0,10695 | 0,008027 |
| Acordo de Nível de Serviço | 0,60177 | 0,021579 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0,12145 | 0,004355 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0,1461 | 0,005239 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0,13068 | 0,004686 |
| Disponibilidade de Acesso | 0,31581 | 0,009655 |
| Inteligibilidade | 0,46346 | 0,014169 |
| Usabilidade ou Acessibilidade | 0,22072 | 0,006748 |
| Aumento da Eficiência na Prestação de Serviço | 0,23312 | 0,010374 |
| Aumento da Transparência nos Serviços Públicos | 0,1326 | 0,005901 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0,50278 | 0,022374 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0,1315 | 0,005852 |
| Controle de Bibliotecas Municipais | 0,25995 | 0,086649 |
| Controle de Merenda de Escolas Municipais | 0,26067 | 0,086891 |
| Controle de Postos de Saúde e Farmácias Municipais | 0,47938 | 0,159794 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A ordem de priorização dos Sistemas para publicação em nuvem, resultante na simulação está representada pela Figura 34.

Figura 34. Resultado da Priorização de Sistemas para a Publicação em Nuvem na simulação.



Fonte: elaboração própria, 2016

A Figura 34, mostra na coluna 'Normals' a preferência do decisor, como resultado de todo o processo da análise hierárquica, foi em primeiro lugar o 'Sistema de Controle de Postos de Saúde, e Farmácias Municipais' com 47,94%, seguido pelo 'Sistema de Controle de Merenda de Escolas Municipais' com 26,07%, e 'Sistema de Bibliotecas Municipais' com 25,99%.

A Tabela 22, comprova que os julgamentos efetuados na simulação são consistentes na coluna 'Old. Inconsist.', apesar de existir a oportunidade de aumentar ainda mais a coerência, se desejado pelo decisor, segundo indicação das colunas 'New inconsist.' e '% Improvement'.

Tabela 22 – Verificação de Consistência dos Julgamentos da Simulação

| Rank | Row | Col | Current Val | Best Val | Old Inconsist. | New Inconsist. | % Improvement |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------|----------|----------------|----------------|---------------|
| 1. | Análise Financeira | Objetivos Estratégicos | 1.955556 | 4.810535 | 0.028416 | 0.006533 | 77.01 % |
| 2. | Análise Financeira | Arquitetura Tecnológica | 2.755556 | 1.569007 | 0.028416 | 0.018446 | 35.09 % |
| 3. | Inclusão Digital | Objetivos Estratégicos | 1.111111 | 1.736323 | 0.028416 | 0.024235 | 14.72 % |
| 4. | Governança | Objetivos Estratégicos | 1.022222 | 1.445411 | 0.028416 | 0.025106 | 11.65 % |
| 5. | Arquitetura Tecnológica | Governança | 2.577778 | 1.828073 | 0.028416 | 0.025117 | 11.61 % |
| 6. | Governança | Inclusão Digital | 1.377778 | 1.057277 | 0.028416 | 0.026431 | 6.99 % |
| 7. | Análise Financeira | Governança | 4.711111 | 3.772065 | 0.028416 | 0.026468 | 6.86 % |
| 8. | Arquitetura Tecnológica | Objetivos Estratégicos | 1.911111 | 1.560335 | 0.028416 | 0.027634 | 2.75 % |
| 9. | Arquitetura Tecnológica | Inclusão Digital | 2.577778 | 2.380124 | 0.028416 | 0.028174 | 0.85 % |
| 10. | Análise Financeira | Inclusão Digital | 4.755556 | 4.860280 | 0.028416 | 0.028470 | -0.19 % |

Fonte: elaboração própria, 2016.

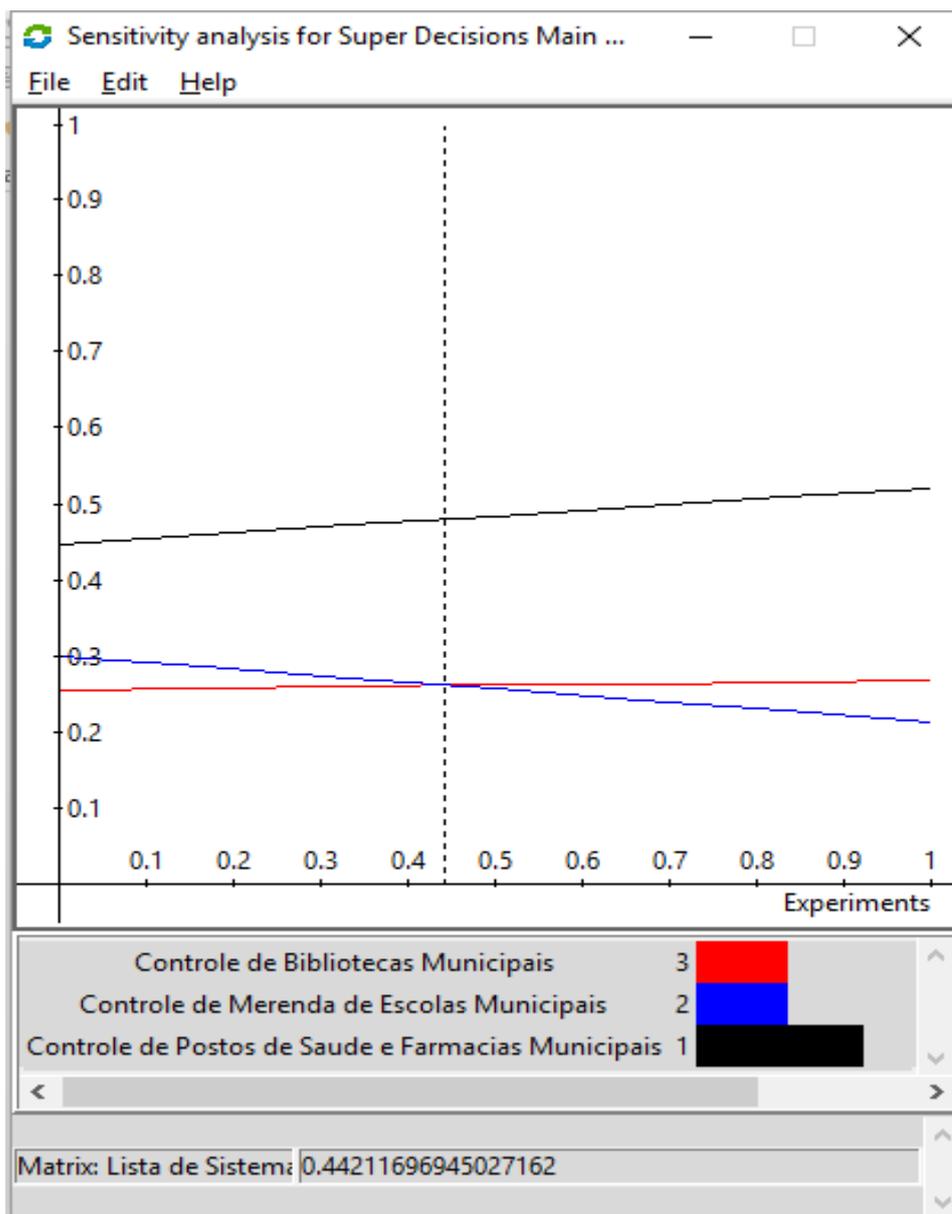
6.6.2 Análise de sensibilidade da simulação

A análise de sensibilidade dá a possibilidade de estudar cenários diferentes de priorização dos sistemas, que varia de acordo com a alteração no grau de preferência de determinados critérios. O grau de importância de um critério pode ser alterado por diversos fatores, que incluem, mas não se limitam a:

- Mudança no cenário econômico interno e externo.
- Alterações Regulamentares no mercado no qual a organização atua.
- Entrada de um concorrente com diferenciais competitivos no mesmo mercado.
- Antecipação de algum fato externo que pode exigir a aceleração de uma determinada iniciativa, como: antecipação da promulgação de uma lei, lançamento de um produto ou serviço substituto no mercado, lançamento de uma nova tecnologia revolucionária, ocorrência de alguma catástrofe ou fenômeno natural, dentre outros.

No exemplo retratado pelo Gráfico 5, está a representação gráfica da análise de sensibilidade da categoria 'Análise Financeira' sobre a priorização dos sistemas.

Gráfico 5. Análise de sensibilidade da Categoria de Critério Análise Financeira.

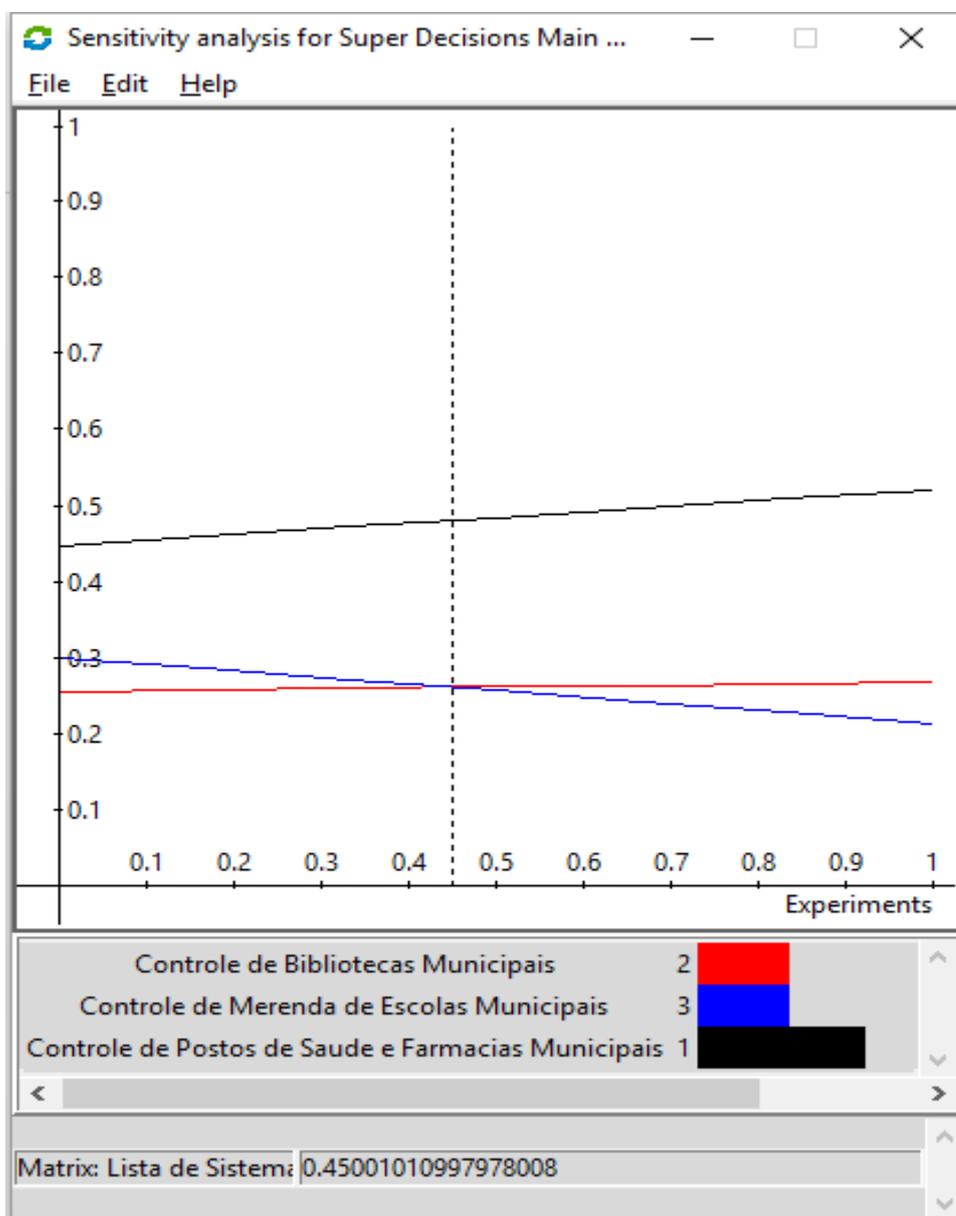


Fonte: elaboração própria, 2016

Conforme mostra o Gráfico 5, quando a categoria de critério 'Análise Financeira' tem 44,21% da Prioridade em seu *Cluster* 'Categorias de Critérios', a ordem de priorização dos Sistemas permanece inalterada em relação ao resultado da simulação para qualquer valor de priorização menor que este, a ordem permanecerá inalterada aumentando apenas a preferência do 'Controle de Merendas de Escolas Municipais' em relação ao 'Controle de Bibliotecas Municipais', e diminuindo um pouco a diferença entre 'Controle de Postos de Saúde e Farmácias Municipais', apesar dessa diferença ainda permanecer grande. No entanto, o cenário se altera significativamente quando a importância da categoria

de critério ‘Análise financeira’ aumenta para percentuais maiores que 45%, conforme retrata o Gráfico 6.

Gráfico 6. Análise de sensibilidade da modificação de importância na Categoria de Critério Análise Financeira.



Fonte: elaboração própria, 2016

O Gráfico 6, reflete uma inversão na ordem de priorização do ‘Controle de Bibliotecas Municipais’, que agora passou a ser a segunda maior prioridade, em relação a ‘Controle de Merenda de Escolas Municipais’, que agora passa a ser terceira opção.

7. EXPERIMENTO PRÁTICO

A abordagem de pesquisa aplicada neste experimento é a Exploratória. Segundo Babie, *apud* Piovesan e Temporini (1995), a modalidade de pesquisa exploratório aplica-se em três situações:

1. Oferecer um melhor entendimento ao pesquisador sobre uma determinada situação.
2. Testar a Prática de um Método em estudo.

Desenvolver um método que poderá ser aplicado, posteriormente, de maneira mais abrangente (Babie *apud* Piovesan e Temporini, 1995)

Define-se pesquisa exploratória, na qualidade de parte integrante da pesquisa principal, como o estudo preliminar realizado com a finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer. Em outras palavras, a pesquisa exploratória, ou estudo exploratório, tem por objetivo conhecer a variável de estudo tal como se apresenta, seu significado e o contexto onde ela se insere. A pesquisa exploratória tem por finalidade o refinamento dos dados da pesquisa e o desenvolvimento e apuro das hipóteses, nesta nova concepção é realizada com a finalidade precípua de corrigir o viés do pesquisador e, assim, aumentar o grau de objetividade da própria pesquisa, tornando-a mais consentânea com a realidade[...]

A apresentação de um novo método de seleção e priorização de sistemas para a publicação em nuvem, é o que justifica o enquadramento desta pesquisa na modalidade exploratória.

7.1 Cenário da aplicação do método

A pesquisa foi realizada em uma empresa multinacional do ramo da educação, presente em mais de 80 países, com operação no Brasil há mais de 40 anos.

A aplicação do método se restringiu ao portfólio de projetos de TIC da empresa no ano de 2016, e o processo de avaliação seguiu os processos definidos no fluxograma proposto no capítulo 6.4 (Figura 12).

No processo de análise prévia dos projetos do portfólio foram selecionados três projetos que tinham aderência à proposta de publicação em nuvem, sendo eles:

- **Consolidação de Servidores de e-mail:** o Projeto consiste em consolidar 19.000 caixas de e-mails de clientes, que atualmente estão hospedadas em 3 diferentes prestadores de serviço, num único provedor de serviços de

Computação em nuvem. O principal motivador deste projeto é a simplificação da gestão unificando a operação numa única solução, sob o mesmo contrato de gestão de Serviços, SLA, estratégia de DRP (*Disaster Recovery Plan*). Os e-mails devem ser acessíveis a partir de Notebook, Desktop, Tablet e Celular capaz de se conectar à internet. A console de administração das caixas deve permitir a gestão completa das caixas de e-mail, e integração com APIs, não sendo necessário o acesso a administração de nenhum aspecto da rede ou da infraestrutura de servidores da solução. Essas características enquadram essa solução na modalidade de SaaS da computação em nuvem.

- **Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*:** este Projeto tem por objetivo a migração de aproximadamente 80 sistemas de apoio às atividades de negócio da empresa, em que estão hospedados em servidores legados para o Datacenter da Empresa, que foi contratado na modalidade de *Colocation* com um provedor de serviço de Computação em nuvem. Para este projeto, a administração de todos os serviços de rede e infraestrutura são de responsabilidade do contratante, ficando o provedor de serviço responsável por fornecer toda a infraestrutura física, elétrica, sistemas de segurança de acesso físico, supressão de incêndio, '*no-breaks*', geradores, ventilação, refrigeração e controle de temperatura com especificação aderente a certificação TIER III segundo a norma TIA 942 para Datacenters. Pelo fato de toda a gestão de infra e telecom estar sob a responsabilidade da contratante, a modalidade deste serviço de computação em nuvem é o *Colocation*.

- **Consolidação *Cloud IaaS*:** este projeto tem a finalidade de consolidar a hospedagem de aproximadamente 50 sistemas legados, de menor importância estratégica, que atualmente encontram-se distribuídos por 4 diferentes provedores de serviço de computação em nuvem, para um único provedor. Esses sistemas não podem ser hospedados no Datacenter da empresa por serem incompatíveis com as características de arquitetura, e segurança vigentes na metodologia de Gerenciamento do Ciclo de Vida das soluções de TI da empresa. Para esses sistemas é necessário manter a gestão de todas as aplicações e serviço e máquina virtuais, no entanto, não são necessários os acessos ao gerenciamento à infraestrutura de redes ou dos servidores físicos. Os fornecedores proponentes também deverão estar aderentes a certificação TIER III. Essas características enquadram essa solução na modalidade IaaS.

A avaliação dos projetos foi realizada pelo Gerente do Portifólio de Projetos de Infraestrutura e Telecomunicações da Empresa, um profissional Sênior, detentor da certificação PMP®, com mais de 20 anos de experiência profissional como Gerente de Projetos.

A avaliação individual dos sistemas foi registrada usando o *software* Microsoft Excel®.

Para a realização da pesquisa foi utilizado o *software* Superdecisions®.

Foram realizadas 4 reuniões no total, sendo a primeira delas para apresentar o método e avaliar o potencial de aderência do mesmo no cenário de priorização do portfólio de projetos da empresa. A segunda teve por objetivo treinar o voluntário no método proposto e coletar as informações sobre o projeto. A terceira reunião consistiu no acompanhamento da avaliação dos sistemas de forma individual, e o esclarecimento de dúvidas a respeito dos critérios e sua aplicação. A quarta e última reunião teve por objetivo a aplicação do método, e a avaliação dos resultados apontados.

As Tabelas 23, 24 e 25 apresentam a avaliação individual de cada um dos sistemas segundo cada um dos critérios do modelo.

Tabela 23. Análise Individual da proposta 'Consolidação de Servidores de Emails.

| | Critérios de Agrupamento | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------|---|--|---|-------------------------------------|---|
| | Análise Financeira: | | Arquitetura Tecnológica: | | Governança: | | Objetivos Estratégicos: | |
| Consolidação de Servidores de Email | VPL (5anos) | R\$ 535.000,00 | Segurança | 8 | Acordo de Nível de Serviço | 8 | Diminuição de Custos Recorrentes | 8 |
| | PAYBACK | 2 anos | Portabilidade de Plataforma | 5 | Plano de Continuidade do Negócio | 5 | Melhoria da Satisfação dos usuários | 8 |
| | TCO | R\$ 456.000,00 | | 4 | Plano de Recuperação de Desastres | 5 | Aderência a Metas Estratégicas | 8 |
| | | | Escalabilidade | 6 | Aderência às exigências de Conformidade (Compliance) | 7 | Simplificação e Consolidação | 8 |
| | | | Eficiência | 7 | Gerenciamento de Eventos | 8 | | |
| | | | Atualização Tecnológica | 6 | | | | |
| | | | Disponibilidade | 8 | | | | |
| | | Resiliência | 5 | | | | | |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 24. Análise Individual da proposta 'Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*'.

| | Critérios de Agrupamento | | | | | |
|---|--------------------------|-----------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|---|
| | Análise Financeira: | | Arquitetura Tecnológica: | Governança: | Objetivos Estratégicos: | |
| Migração de Servidores para <i>Cloud Privada Colocation</i> | VPL (5anos) | -R\$ 240.000,00 | Segurança | 5 Acordo de Nível de Serviço | 8 Diminuição de Custos Recorrentes | 8 |
| | PAYBACK | 2 anos | Portabilidade de Plataforma | 7 Plano de Continuidade do Negócio | 8 Melhoria da Satisfação dos usuários | 8 |
| | TCO | R\$ 628.000,00 | Mobilidade | 1 Plano de Recuperação de Desastres | 7 Aderência a Metas Estratégicas | 8 |
| | | | Escalabilidade | 7 Aderência às exigências de Conformidade (Compliance) | 8 Simplificação e Consolidação | 7 |
| | | | Eficiência | 6 Gerenciamento de Eventos | 8 | |
| | | | Atualização Tecnológica | 7 | | |
| | | | Disponibilidade | 8 | | |
| | | Resiliência | 7 | | | |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 25. Análise Individual da proposta 'Consolidação *Cloud IaaS*'.

| | Critérios de Agrupamento | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|---|
| | Análise Financeira: | | Arquitetura Tecnológica: | Governança: | Objetivos Estratégicos: | |
| Consolidação <i>Cloud IaaS</i> | VPL (5anos) | R\$ 380.000,00 | Segurança | 5 Acordo de Nível de Serviço | 8 Diminuição de Custos Recorrentes | 7 |
| | PAYBACK | 3 anos | Portabilidade de Plataforma | 7 Plano de Continuidade do Negócio | 8 Melhoria da Satisfação dos usuários | 7 |
| | TCO | R\$ 1.512.000,00 | Mobilidade | 1 Plano de Recuperação de Desastres | 7 Aderência a Metas Estratégicas | 8 |
| | | | Escalabilidade | 7 Aderência às exigências de Conformidade (Compliance) | 8 Simplificação e Consolidação | 6 |
| | | | Eficiência | 6 Gerenciamento de Eventos | 8 | |
| | | | Atualização Tecnológica | 7 | | |
| | | | Disponibilidade | 8 | | |
| | | Resiliência | 7 | | | |

Fonte: elaboração própria, 2016

Propositalmente o julgamento foi realizado num primeiro momento sem a verificação de consistência em tempo de julgamento em cada *Cluster*, isso está refletido na Seção 7.2. Após finalizar os julgamentos sem a verificação de consistência, as informações foram registradas, e as inconsistências identificadas foram corrigidas conforme descrito na Seção 7.3.

7.2 Julgamento sem a verificação de consistência

O Resultado das comparações pareadas efetuado pelo Gerente de Portifólio de Projetos revelou as seguintes relações de importância em cada *Cluster* como é possível verificar nas Tabelas 26, 27, 28 e 29:

Tabela 26. *Cluster* Análise financeira, sem a Verificação de Consistência.

| Análise Financeira | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|--------------------|--------------------------------|
| <i>Payback</i> | 0,76595 |
| TCO | 0,04256 |
| VPL | 0,19149 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 27. *Cluster* Arquitetura Tecnológica, sem a Verificação de Consistência.

| Arquitetura Tecnológica | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Atualização Tecnológica | 0,02615 |
| Disponibilidade | 0,34078 |
| Eficiência | 0,17610 |
| Escalabilidade | 0,07261 |
| Mobilidade | 0,10730 |
| Portabilidade de Plataforma | 0,08376 |
| Resiliência | 0,09628 |
| Segurança | 0,09702 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 28. *Cluster* Governança, sem a Verificação de Consistência.

| Governança | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|---|--------------------------------|
| Acordo de Nível de Serviço | 0,29368 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0,33735 |
| Gerenciamento de Eventos | 0,19375 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0,11129 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0,06392 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 29. *Cluster* Objetivos Estratégicos, sem a Verificação de Consistência.

| Objetivos Estratégicos | Normalizado por Cluster |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Aderência a metas estratégicas | 0,27614 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0,39052 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0,13807 |
| Simplificação e Consolidação | 0,19527 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Supermatriz de priorização resultante do julgamento sem a verificação de consistência está retratada na Tabela 30.

Tabela 30. Supermatriz da Pesquisa, sem a Verificação de Consistência.

| Itens da Hierarquia | Normalizado por Cluster | por Importância na Hierarquia |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| Análise Financeira | 0,42206 | 0,140685 |
| Arquitetura Tecnológica | 0,37656 | 0,125520 |
| Governança | 0,06974 | 0,023245 |
| Objetivos Estratégicos | 0,13165 | 0,043883 |
| <i>Payback</i> | 0,76595 | 0,107759 |
| TCO | 0,04256 | 0,005987 |
| VPL | 0,19149 | 0,026940 |
| Atualização Tecnológica | 0,02615 | 0,003282 |
| Disponibilidade | 0,34078 | 0,042774 |
| Eficiência | 0,17610 | 0,022104 |
| Escalabilidade | 0,07261 | 0,009114 |
| Mobilidade | 0,10730 | 0,013468 |
| Portabilidade de Plataforma | 0,08376 | 0,010514 |
| Resiliência | 0,09628 | 0,012085 |
| Segurança | 0,09702 | 0,012178 |
| Acordo de Nível de Serviço | 0,29368 | 0,006827 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0,33735 | 0,007842 |
| Gerenciamento de Eventos | 0,19375 | 0,004504 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0,11129 | 0,002587 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0,06392 | 0,001486 |
| Aderência a metas estratégicas | 0,27614 | 0,012118 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0,39052 | 0,017137 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0,13807 | 0,006059 |

| | | |
|--|---------|----------|
| Simplificação e Consolidação | 0,19527 | 0,008569 |
| Consolidação <i>Cloud</i> IaaS | 0,31603 | 0,105343 |
| Migração de Servidores para <i>Cloud Privada Colocation</i> | 0,34967 | 0,116557 |
| Consolidação de Servidores de E-mail | 0,33430 | 0,111433 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Priorização dos sistemas apontou para a seguinte ordem:

1. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation* – 34,97%
2. Consolidação de Servidores de E-mail – 33,43%
3. Consolidação *Cloud* IaaS – 31,60%

7.3 Julgamento com a verificação de consistência

Os Resultados do Julgamento dos *Cluster* após a correção das inconsistências identificadas estão representadas nas Tabelas 31, 32, 33, 34 e 35.

Tabela 31. Julgamentos do Cluster Análise Financeira, após a Verificação de Consistência.

| Análise Financeira | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|--------------------|--------------------------------|
| <i>Payback</i> | 0,49339 |
| TCO | 0,19580 |
| VPL | 0,31081 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 32. Julgamentos do *Cluster* Análise Financeira, após a Verificação de Consistência.

| Arquitetura Tecnológica | Normalizado por <i>Cluster</i> |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Atualização Tecnológica | 0,02615 |
| Disponibilidade | 0,34077 |
| Eficiência | 0,17610 |
| Escalabilidade | 0,07261 |
| Mobilidade | 0,10730 |
| Portabilidade de Plataforma | 0,08376 |
| Resiliência | 0,09628 |
| Segurança | 0,09702 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 33. Julgamentos do *Cluster* Governança, após a Verificação de Consistência.

| Governança | Normalizado por Cluster |
|---|--------------------------------|
| Acordo de Nível de Serviço | 0,31360 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0,28079 |
| Gerenciamento de Eventos | 0,17931 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0,14448 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0,08183 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 34. Julgamentos do *Cluster* Objetivos Estratégicos, após a Verificação de Consistência.

| Objetivos Estratégicos | Normalizado por Cluster |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Aderência a metas estratégicas | 0,27613 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0,39053 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0,13808 |
| Simplificação e Consolidação | 0,19525 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Supermatriz de priorização resultante do julgamento com a verificação de consistência está retratada na Tabela 35.

Tabela 35. Supermatriz da Pesquisa, após a Verificação de Consistência.

| Itens da Hierarquia | Normalizado por Cluster | Importância na Hierarquia |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Análise Financeira | 0,23590 | 0,078633 |
| Arquitetura Tecnológica | 0,57842 | 0,192807 |
| Governança | 0,07864 | 0,026212 |
| Objetivos Estratégicos | 0,10705 | 0,035682 |
| <i>Payback</i> | 0,49339 | 0,038796 |
| TCO | 0,19580 | 0,015396 |
| VPL | 0,31081 | 0,024440 |
| Atualização Tecnológica | 0,02615 | 0,005042 |
| Disponibilidade | 0,34077 | 0,065704 |
| Eficiência | 0,17610 | 0,033953 |
| Escalabilidade | 0,07261 | 0,014000 |
| Mobilidade | 0,10730 | 0,020688 |

| | | |
|---|---------|----------|
| Portabilidade de Plataforma | 0,08376 | 0,016150 |
| Resiliência | 0,09628 | 0,018564 |
| Segurança | 0,09702 | 0,018707 |
| Acordo de Nível de Serviço | 0,31360 | 0,008220 |
| Aderência as exigências de Conformidade | 0,28079 | 0,007360 |
| Gerenciamento de Eventos | 0,17931 | 0,004700 |
| Plano de Continuidade do Negócio | 0,14448 | 0,003787 |
| Plano de Recuperação de Desastres | 0,08183 | 0,002145 |
| Aderência a metas estratégicas | 0,27613 | 0,009853 |
| Diminuição de Custos Recorrentes | 0,39053 | 0,013935 |
| Melhoria da Satisfação dos usuários | 0,13808 | 0,004927 |
| Simplificação e Consolidação | 0,19525 | 0,006967 |
| Cloud IaaS Consolidação | 0,35466 | 0,118220 |
| Cloud Privada Colocation | 0,37209 | 0,124031 |
| Consolidação de Emails | 0,27325 | 0,091082 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A Priorização dos sistemas apontou para a seguinte ordem:

1. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation* – 37,21%
2. Consolidação *Cloud IaaS* – 35,47%
3. Consolidação de Servidores de E-mail – 27,32%

8 ANÁLISE DE RESULTADOS

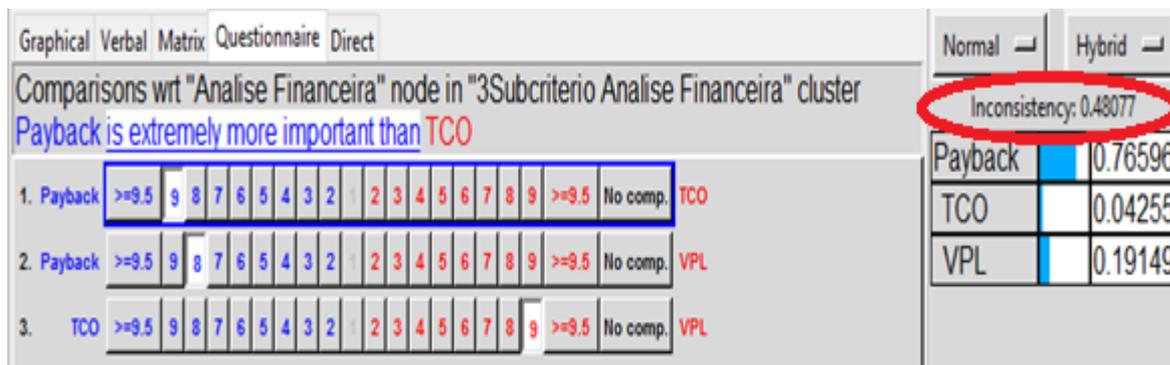
Esta Seção dedica-se a analisar os resultados da aplicação do método proposto, demonstrando a identificação de inconsistências, os ajustes nos julgamentos inconsistentes, o efeito da verificação de inconsistências no resultado de priorização dos sistemas, e a contribuição da análise de sensibilidade na simulação de cenários.

8.1 Identificação de Inconsistências

A execução do método de análise permitiu identificar algumas inconsistências nos julgamentos do decisor, que são detalhadas nas Subseções 8.1.1 e 8.1.2.

8.1.1 Identificação de Inconsistências no Cluster Categoria de Critérios

Figura 35. Identificação de Inconsistência no Julgamento do *Cluster* Análise Financeira.



Fonte: elaboração própria, 2016.

Conforme destacado na Figura 35, foi identificada uma inconsistência na comparação pareada dos subcritérios da categoria Análise financeira, cujo percentual foi de 48,08%, logo, quase 5 vezes maior que o máximo tolerável (10%), para considerar o julgamento matematicamente consistente.

Figura 36. Identificação de Inconsistência no Julgamento do Cluster Governança.

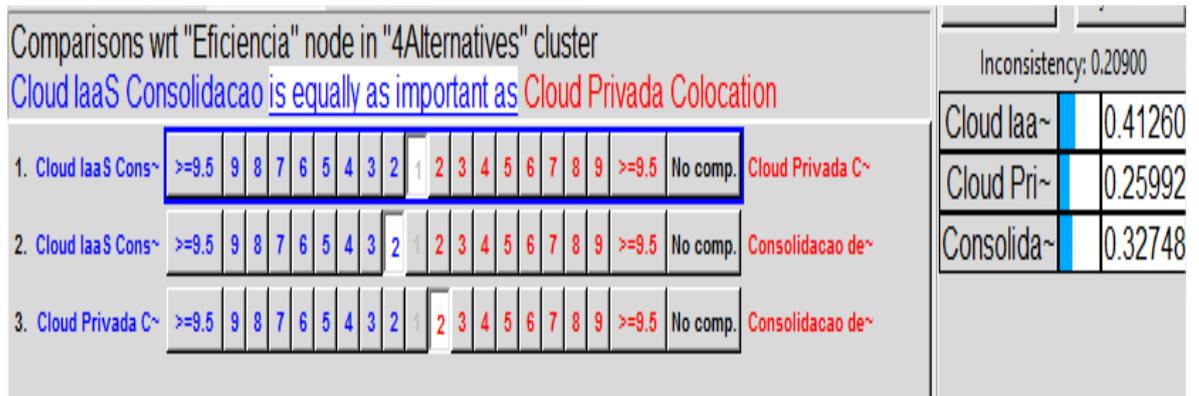


Fonte: elaboração própria, 2016

O Cluster Governança apresentou uma inconsistência de 18,08%, segundo relatado na Figura 36.

8.1.2 Identificação de Inconsistências nos Clusters de Subcritérios

Figura 37. Identificação de Inconsistência no Julgamento do Cluster Eficiência.



Fonte: elaboração própria, 2016

- O Cluster do subcritério Eficiência, apresentou uma inconsistência de 20,90%.

8.1.3 Resultado da Priorização de Sistemas após as comparações pareadas sem verificação de inconsistência

O resultado da priorização de sistemas está representado na Tabela 39.

Tabela 36. Supermatriz da Pesquisa, antes da Verificação de Consistência.

| Lista de Sistemas Priorizados | Normalizados pelo Cluster | Importância na hierarquia |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Cloud IaaS Consolidação | 0,31603 | 0,105343 |
| Cloud Privada Colocation | 0,34967 | 0,116557 |
| Consolidação de Emails | 0,3343 | 0,111433 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A ordem de priorização então foi a seguinte:

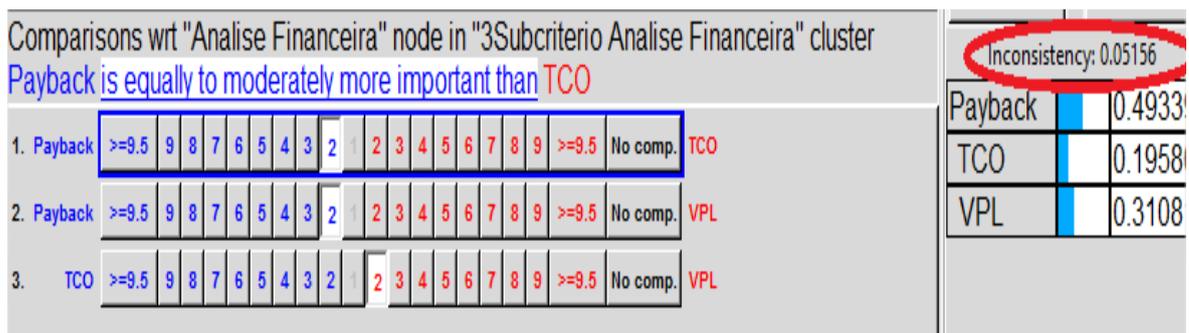
1. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation* – 34,97%
2. Consolidação de Servidores de E-mail – 33,43%
3. Consolidação *Cloud IaaS* – 31,60%

8.2 A correção das Inconsistências e seus efeitos

A partir das inconsistências relatadas nas Subseções 8.1.1 e 8.1.2, com o consentimento do tomador de decisões, os julgamentos foram refeitos, e estão descritos nas Subseções 8.2.1 e 8.2.2.

8.2.1 A correção das Inconsistências no Cluster Categoria de Critérios

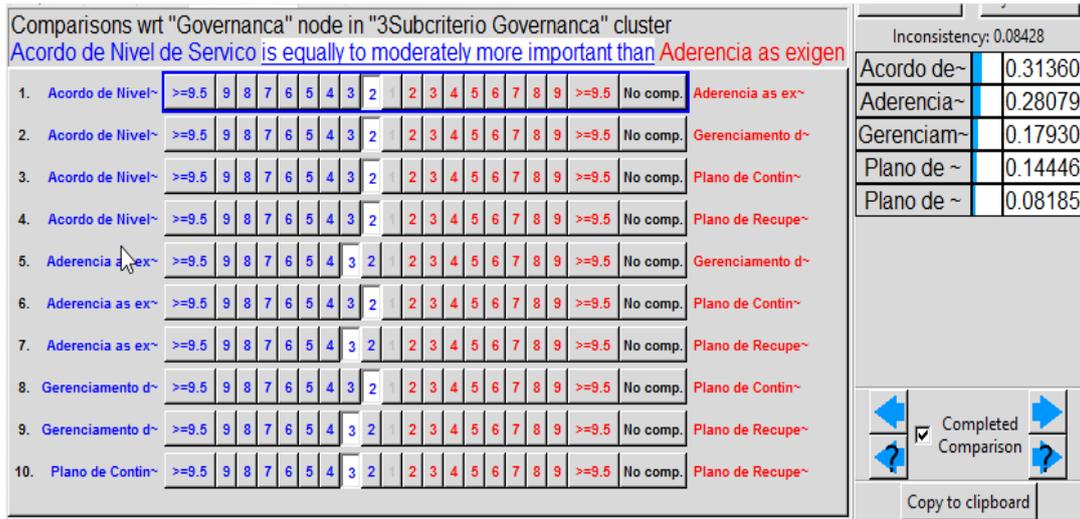
Figura 38. Correção da Inconsistência no Julgamento do Cluster Eficiência



Fonte: elaboração própria, 2016

Ao reavaliar os julgamentos deste *Cluster*, o decisor relatou que encontrou dificuldades para compreender o objetivo do julgamento do critério TCO (Custo Total de Propriedade), por não ter esse critério no processo de análise de viabilidade financeira da organização, e por esta razão o considerou com prioridade quase nula frente aos demais (*Payback* e *VPL*). Após o esclarecimento do objetivo de análise do critério TCO o decisor reconsiderou os julgamentos dessa categoria, tendo como resultado uma inconsistência que caiu de 48,08% antes da verificação de inconsistência para 5,16% após sua correção.

Figura 39. Correção de Inconsistência no Julgamento do *Cluster* Governança.



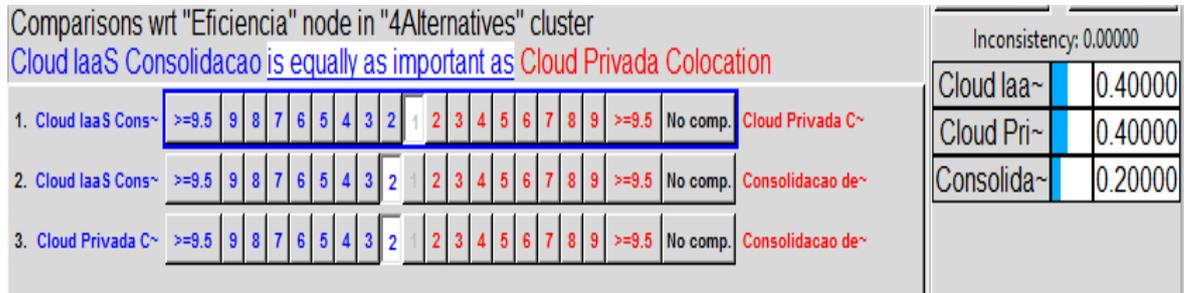
Fonte: elaboração própria, 2016

Para os julgamentos da categoria de critérios Governança, após a verificação da inconsistência, o decisor relatou que não foi tão simples decidir a respeito da ordem de priorização dos componentes dessa categoria, devido ao fato de todas entregarem valor ao negócio, e a ter efetuado tal julgamento, inicialmente, sem o amparo de índices de desempenho que demonstrassem com a clareza necessária, a contribuição para a entrega de valor de cada componente. Após a reavaliação da importância de cada subcritério da categoria de critérios Governança, com base nos indicadores de entrega de valor tais como: Acordo de Nível de Serviço (Tempo para resolução de incidentes, Tempo médio entre falhas, número de incidentes por tipo de serviço), Aderência às exigências de conformidade (número de itens não conformes, processos de solução compensatórios), Gerenciamento de Eventos (Número de eventos identificados pró-ativamente, percentual de incidentes resolvidos automaticamente, tempo de identificação de incidentes), Plano de Continuidade de Negócio (Tempo de recuperação de processos críticos em crise, percentual de disponibilidade e desempenho dos processos de negócio de missão crítica em crise), Plano de Recuperação de Desastres (Percentual de sucesso nos testes de Recuperação de Desastres, Tempo de ativação de processos de missão crítica em situação de desastres, Desempenho de transações críticas de negócio em situação de recuperação de desastre). A taxa de inconsistência desse *Cluster* passou de 18.08% para 8,43%.

8.2.2 A correção das Inconsistências nos Clusters dos Subcritérios

Dentre todos os subcritérios apenas Eficiência apresentou inconsistência em seu julgamento frente às alternativas de Sistemas, isto está mostrado na Figura 40.

Figura 40. Correção de Inconsistência no Julgamento do *Cluster* Eficiência.



Fonte: elaboração própria, 2016

Nesse caso em específico, ao questionar o tomador de decisão a respeito dessa inconsistência o mesmo demonstrou dúvidas na compreensão do objetivo de julgamento deste critério no contexto de publicação de sistemas em nuvem, após o esclarecimento de que o objetivo era o julgamento das alternativas de sistemas e a sua capacidade de produzir resultados de maior entrega de valor para o negócio, com o menor uso de recursos financeiros, de pessoal, consumo de energia elétrica, e demais recursos necessários para a produção do resultado desejado. O índice de inconsistência diminuiu de 20,9% para 0%, após a revisão nos julgamentos deste *Cluster*.

8.2.3 Resultado da Priorização de Sistemas após as comparações pareadas com verificação de inconsistência

Após as correções nas inconsistências identificadas, apresentadas nas seções 8.2.1 e 8.2.2 deste trabalho, a lista de prioridades dos sistemas para a publicação em nuvem pode ser conferida na Tabela 40.

Tabela 37. Lista de Sistemas Priorizados após a Verificação de Consistência.

| Itens da Hierarquia | Normalizado por <i>Cluster</i> | Importância na Hierarquia |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| <i>Cloud IaaS Consolidação</i> | 0.35466 | 0.118220 |
| <i>Cloud Privada Colocation</i> | 0.37209 | 0.124031 |
| Consolidação de Emails | 0.27325 | 0.091082 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Resultado da Priorização de Sistemas final.

1. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation* – 37,21%

2. Consolidação *Cloud IaaS* – 35,47%
3. Consolidação de Servidores de E-mail – 27,32%

8.3 Análise de Sensibilidade

Conforme esclarecido nas seções anteriores, a análise de sensibilidade tem por principal finalidade a avaliação da resultante de priorização da função objetivo, neste caso, a priorização de sistemas para a publicação em nuvem, a supermatriz de avaliação final deste experimento, de acordo com a Tabela 38, resultou na seguinte polarização de forças de influência refletida no Gráfico 7.

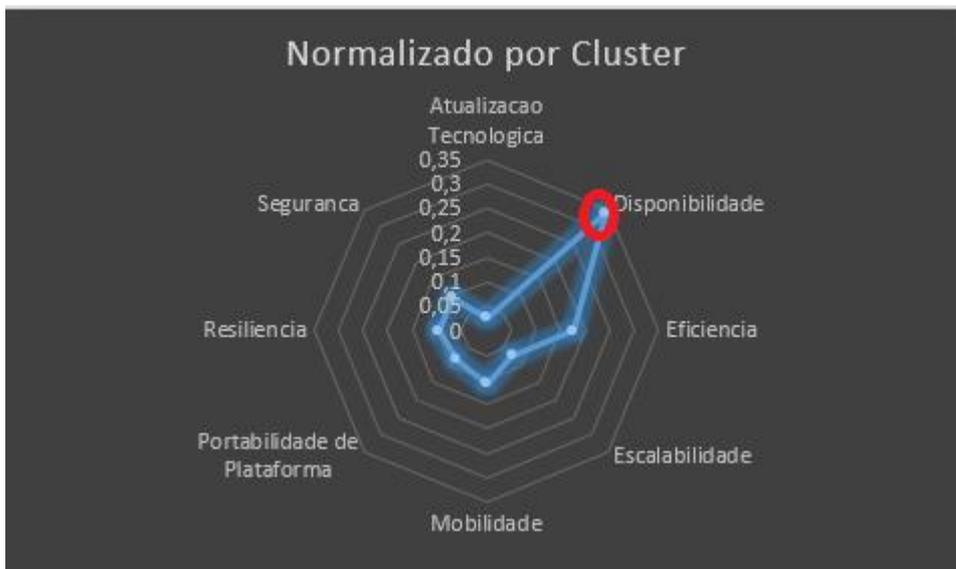
Gráfico 7. Avaliação do grau de importância de todas as variáveis do modelo de análise.



Fonte: elaboração própria, 2016

Conforme mostra o Gráfico 7, a categoria de critérios Arquitetura Tecnológica que possui 19,28% de importância segundo a Tabela 38, e o seu subcritério Disponibilidade com 34,08% de importância nessa categoria, conforme Gráfico 8, são as componentes com maior influência no modelo de análise, segundo os resultados desse experimento, sem considerar os próprios projetos em análise.

Gráfico 8. Avaliação do grau de importância do Subcritério Disponibilidade na categoria Arquitetura Tecnológica.



Fonte: elaboração própria, 2016

A categoria de critérios Análise Financeira aparece com 7,86% de importância segundo o Gráfico 9.

Gráfico 9. Avaliação do grau de importância da categoria de Critério Análise Financeira em todo o modelo.



Fonte: elaboração própria, 2016

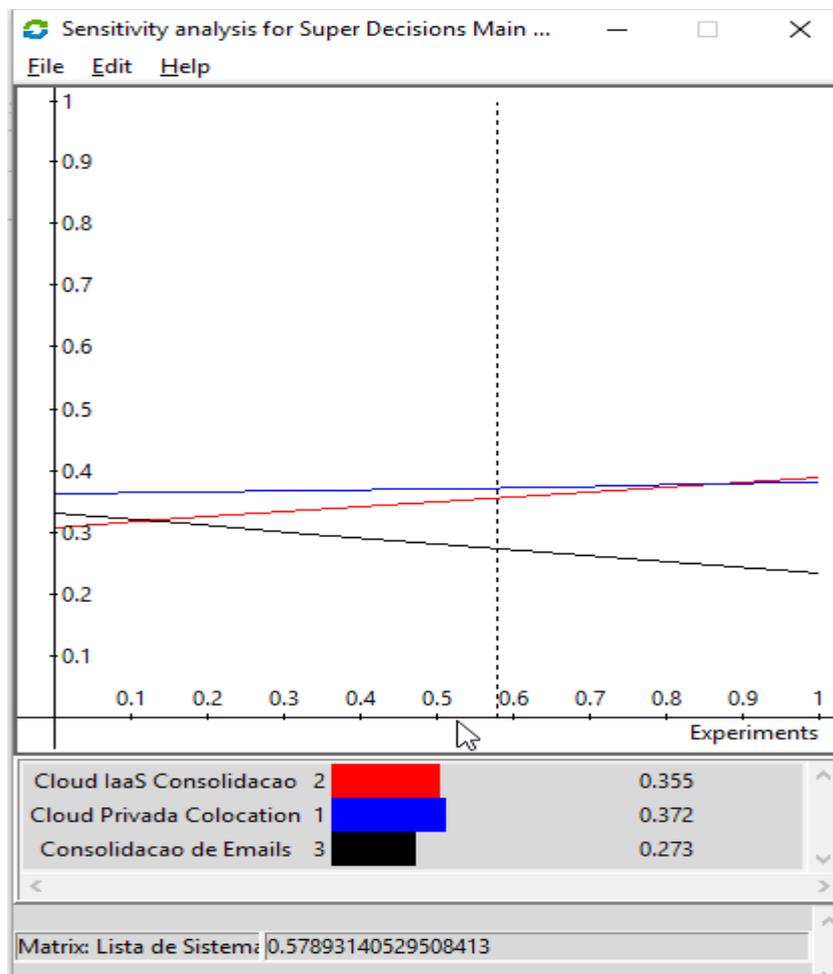
Por serem as componentes com maior peso na determinação do resultado da lista de sistemas priorizados, as Subseções 8.3.1, 8.3.2 e 8.3.3 refletem sobre a análise de sensibilidades e a simulação de cenários hipotéticos e

seus efeitos na lista de priorização de sistemas, de acordo com a variação de cada uma dessas componentes.

8.3.1 Análise de Sensibilidade com foco na Categoria de Critérios Arquitetura Tecnológica

O Gráfico 10, reflete o resultado da lista de priorização de sistemas com a importância da categoria Arquitetura Tecnológica em 57,89% (valor mais próximo do real de 57,84% que foi possível atingir em simulação).

Gráfico 10. Análise de sensibilidade da categoria de critérios Arquitetura tecnológica com valor próximo ao do experimento.



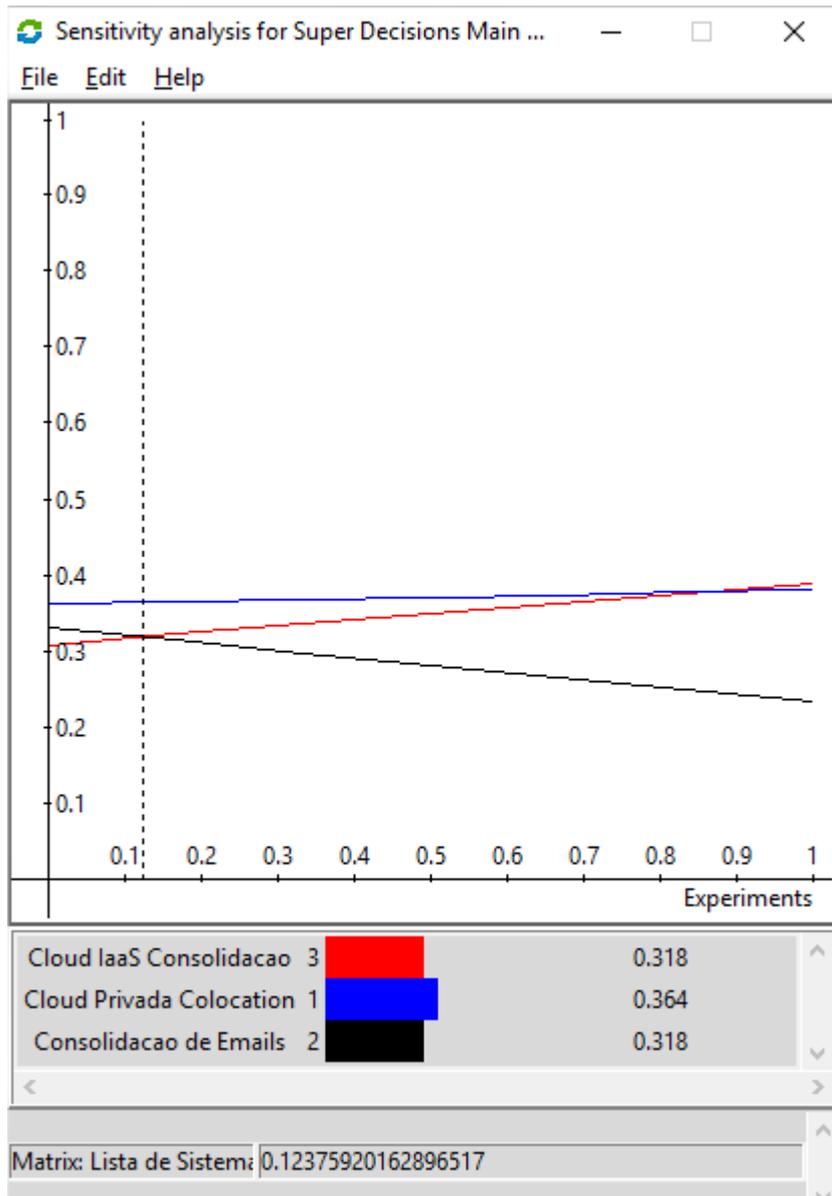
Fonte: elaboração própria, 2016

Neste cenário, a lista de priorização se mantém inalterada em relação ao experimento deste trabalho. Entretanto, considerando que todos as demais componentes do modelo permaneçam com os seus percentuais de importância inalterados, como é possível constatar no Gráfico 11, para qualquer valor de

importância inferior a 12,37% de importância da categoria de Arquitetura tecnológica, a lista de prioridades se altera, ficando da seguinte maneira:

1. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*
2. Consolidação de Servidores de E-mail
3. Consolidação *Cloud IaaS*

Gráfico 11. Análise de sensibilidade da categoria de critérios Arquitetura tecnológica com valor inferior a 12,37% de importância em seu *Cluster*.



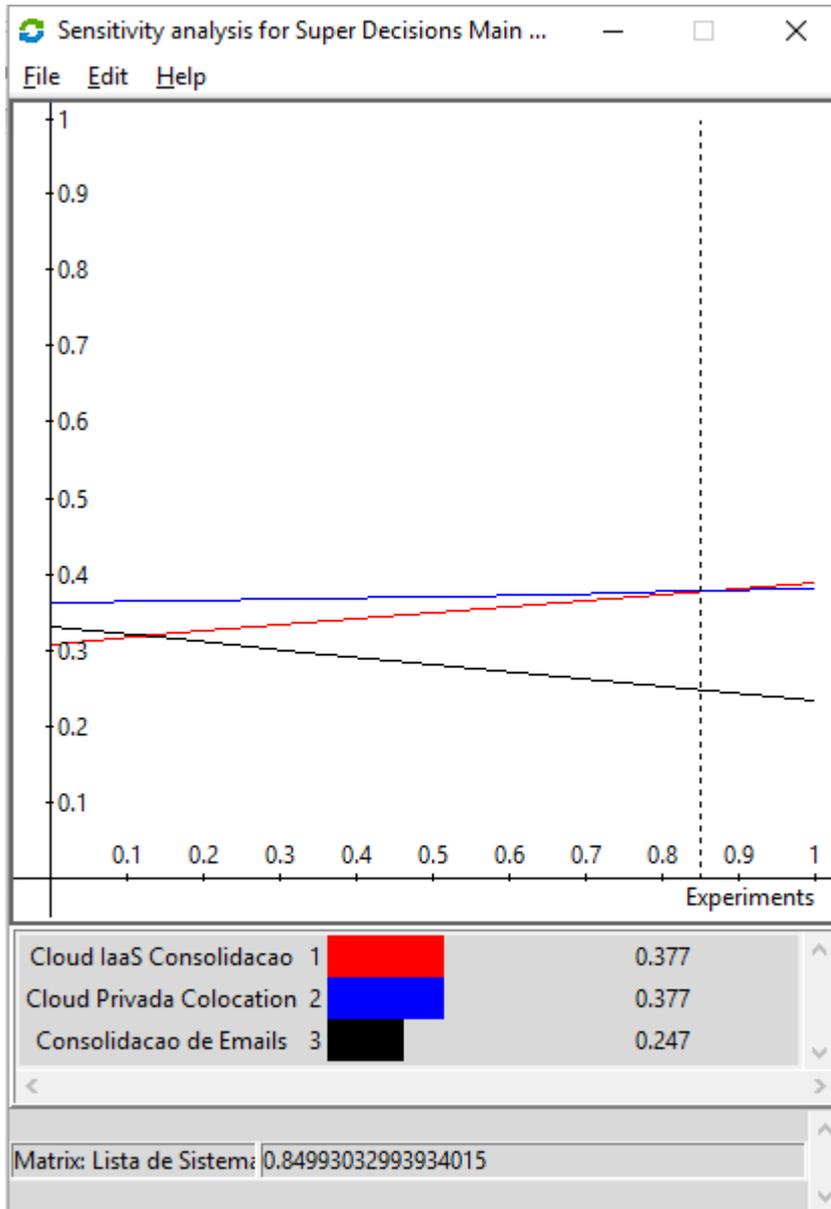
Fonte: elaboração própria, 2016

A análise de sensibilidade que estuda a importância da categoria de critérios Arquitetura Tecnológica revelou 3 diferentes situações nas quais há

alteração no resultado final da priorização de sistemas para a publicação em nuvem, segundo o Gráfico 12:

1. Consolidação *Cloud IaaS*
2. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*
3. Consolidação de Servidores de E-mail

Gráfico 12. Análise de sensibilidade da categoria de critérios Arquitetura tecnológica com valor inferior a 84,99% de importância em seu *Cluster*



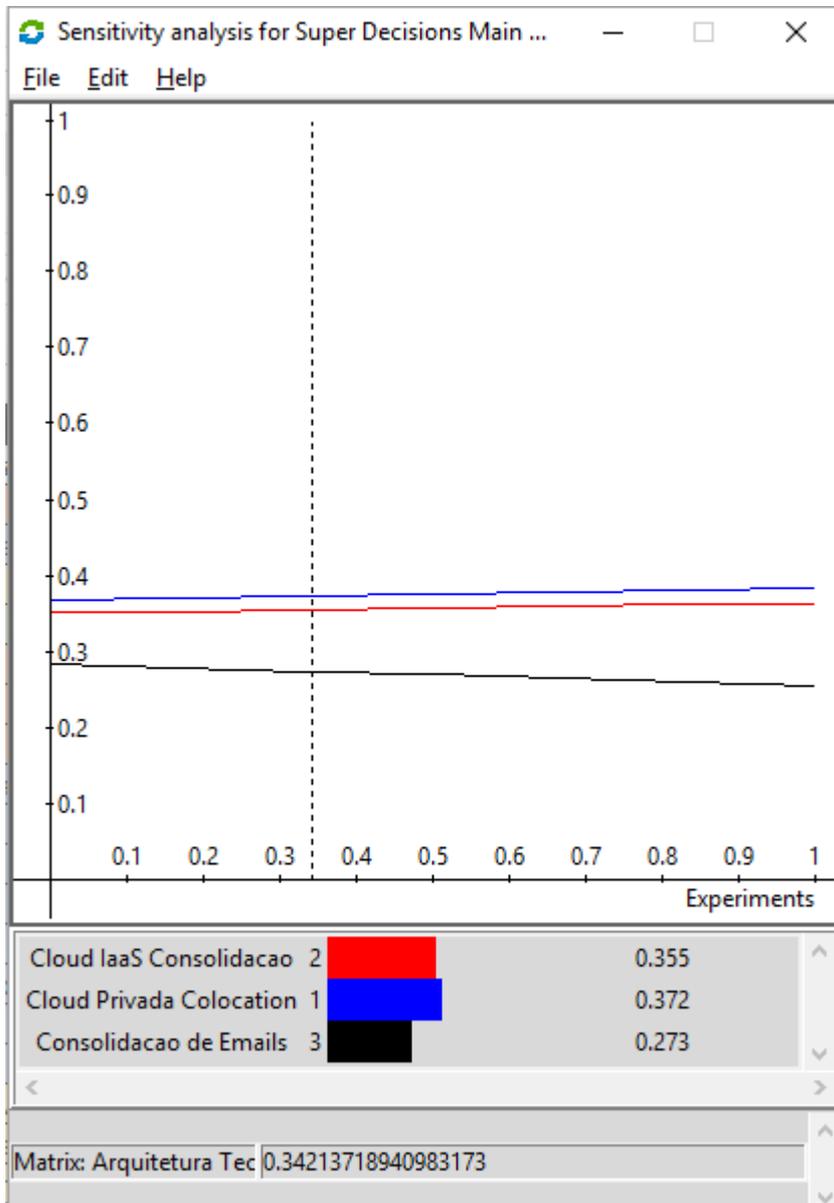
Fonte: elaboração própria, 2016

8.3.2 Análise de Sensibilidade com foco no Critério Disponibilidade

O Gráfico 13, demonstra que apesar de o critério disponibilidade possuir um peso de 34,08% na categoria de critérios mais relevante para o modelo de

análise no experimento (Arquitetura Tecnológica), e uma importância de 6,57% de todo o modelo, nenhuma variação exclusiva nesse critério provocaria uma alteração na lista de priorização de sistemas.

Gráfico 13. Análise de sensibilidade critério Disponibilidade em seu *Cluster*.

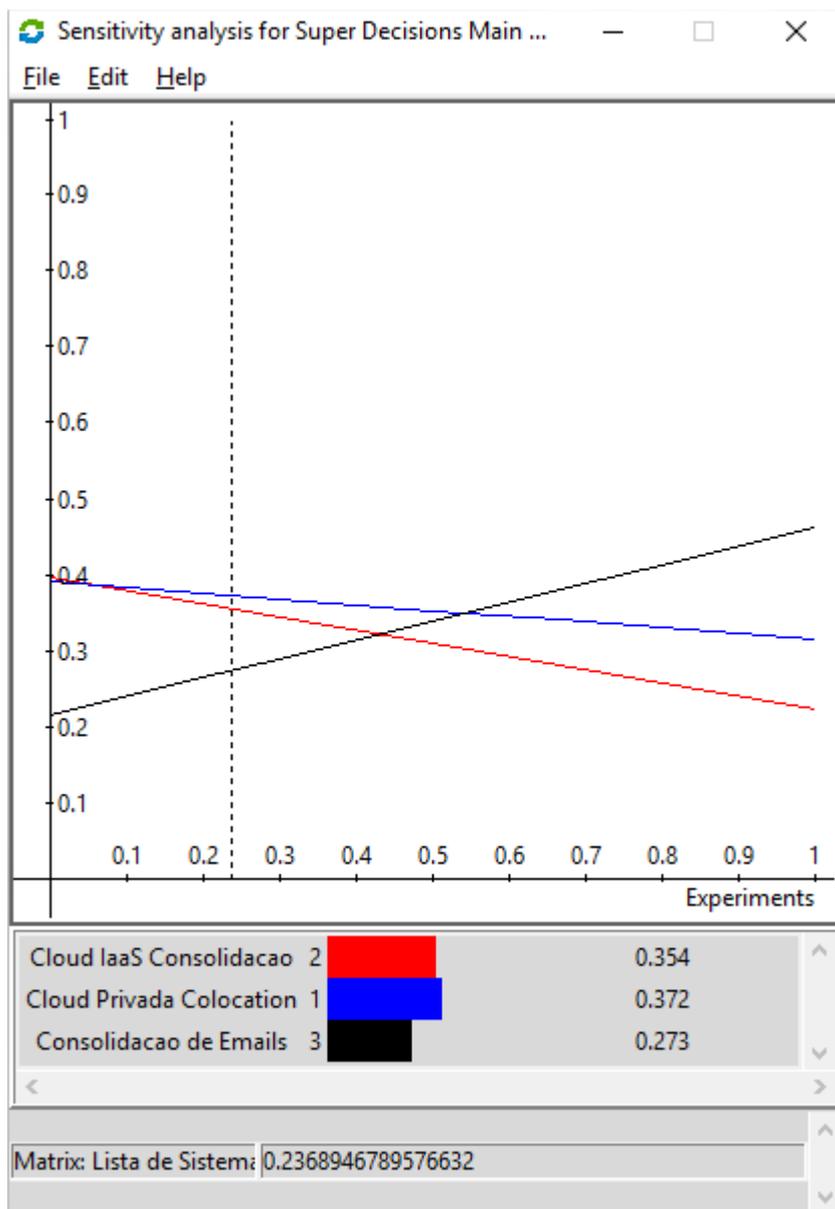


Fonte: elaboração própria, 2016.

8.3.3 Análise de Sensibilidade com foco na Categoria de Critérios Análise Financeira

O Gráfico 14, representa a ordem de priorização dos sistemas com o percentual de importância da categoria de critérios Análise Financeira com o percentual de 23,69% (próximo do obtido no experimento).

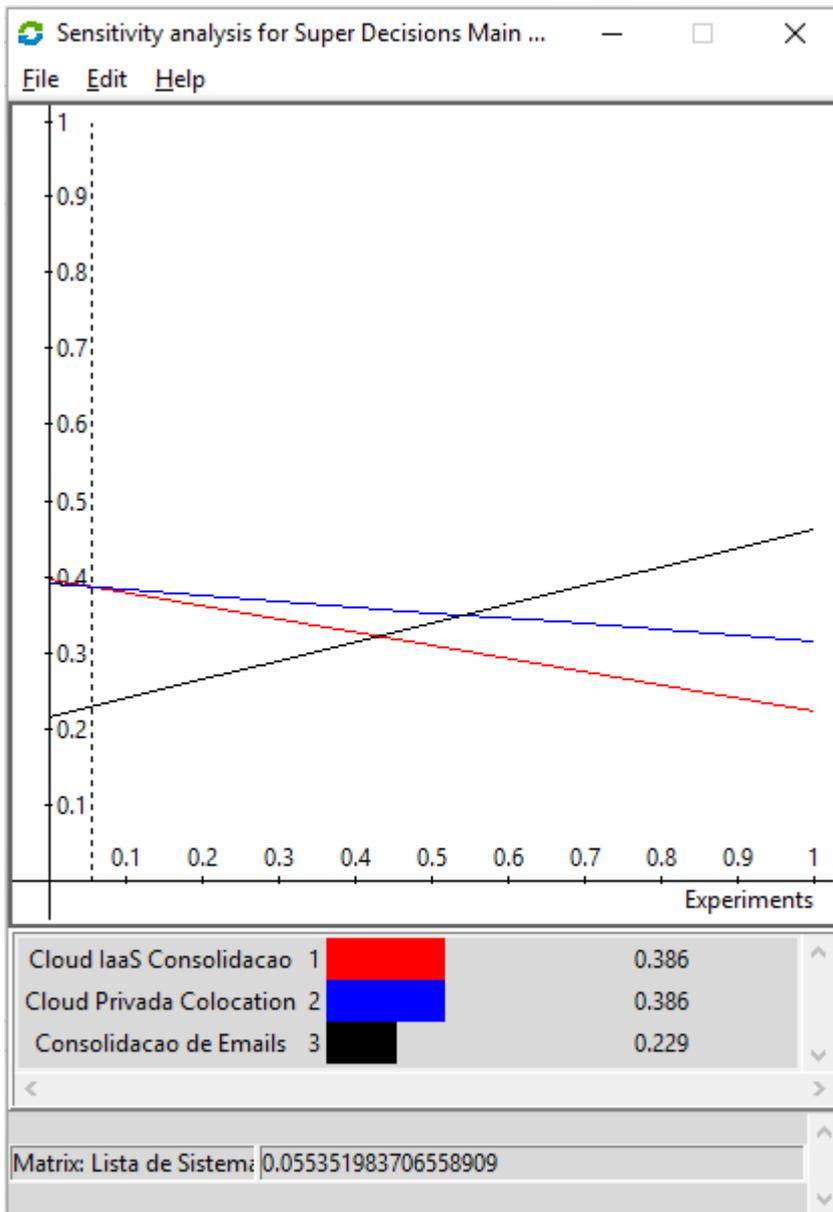
Gráfico 14. Análise de sensibilidade da categoria de critério Análise Financeira em seu *Cluster*.



Fonte: elaboração própria, 2016

Caso o percentual de importância da categoria de critérios Análise Financeira tenha sua importância a níveis inferiores a 5,35% em seu *Cluster*, a ordem das prioridades foi definida conforme o Gráfico 15.

Gráfico 15. Análise de sensibilidade da categoria de critério Análise Financeira em seu *Cluster* com importância de 5,35%.



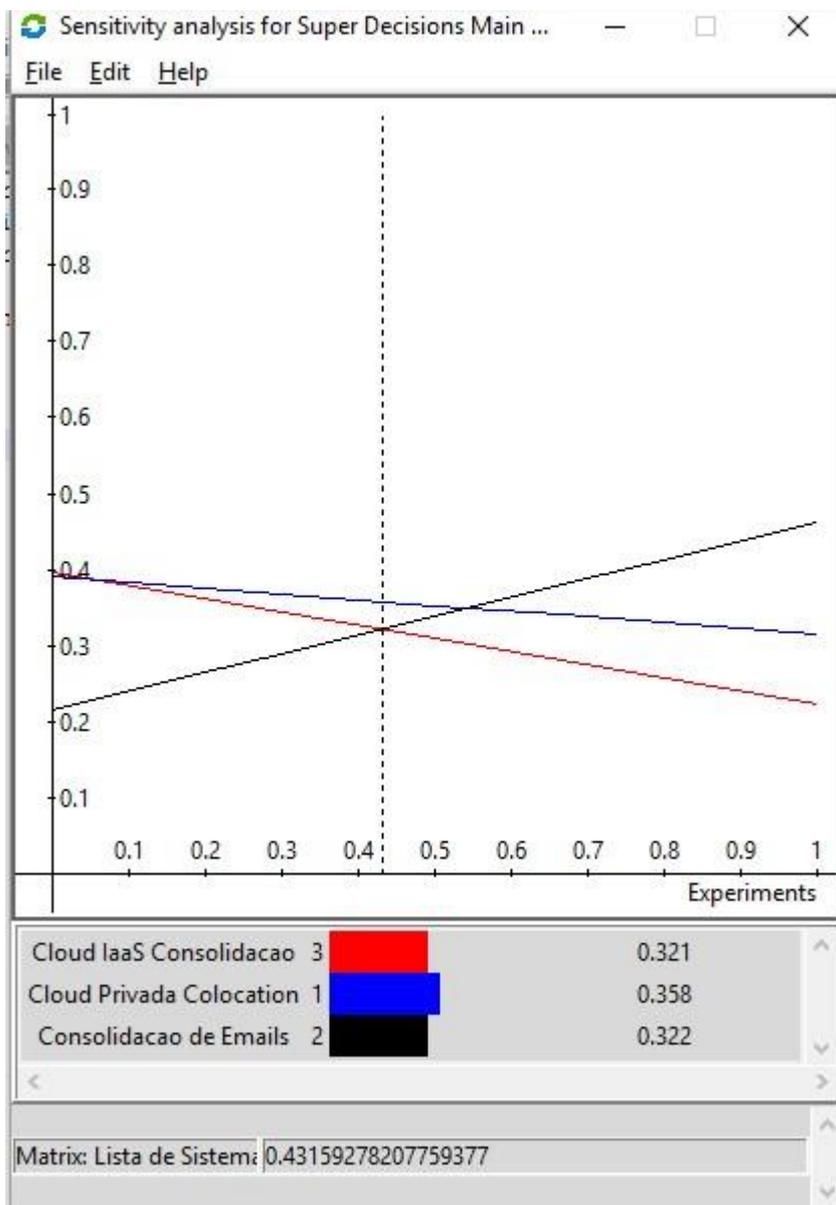
Fonte: elaboração própria, 2016

1. Consolidação *Cloud IaaS*
2. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*
3. Consolidação de Servidores de E-mail

Os Gráficos 16 e 17 mostram que caso a importância percentual da categoria de critério Análise Financeira flutue entre 43,16% e 53,95%, a ordem de prioridade dos sistemas seria:

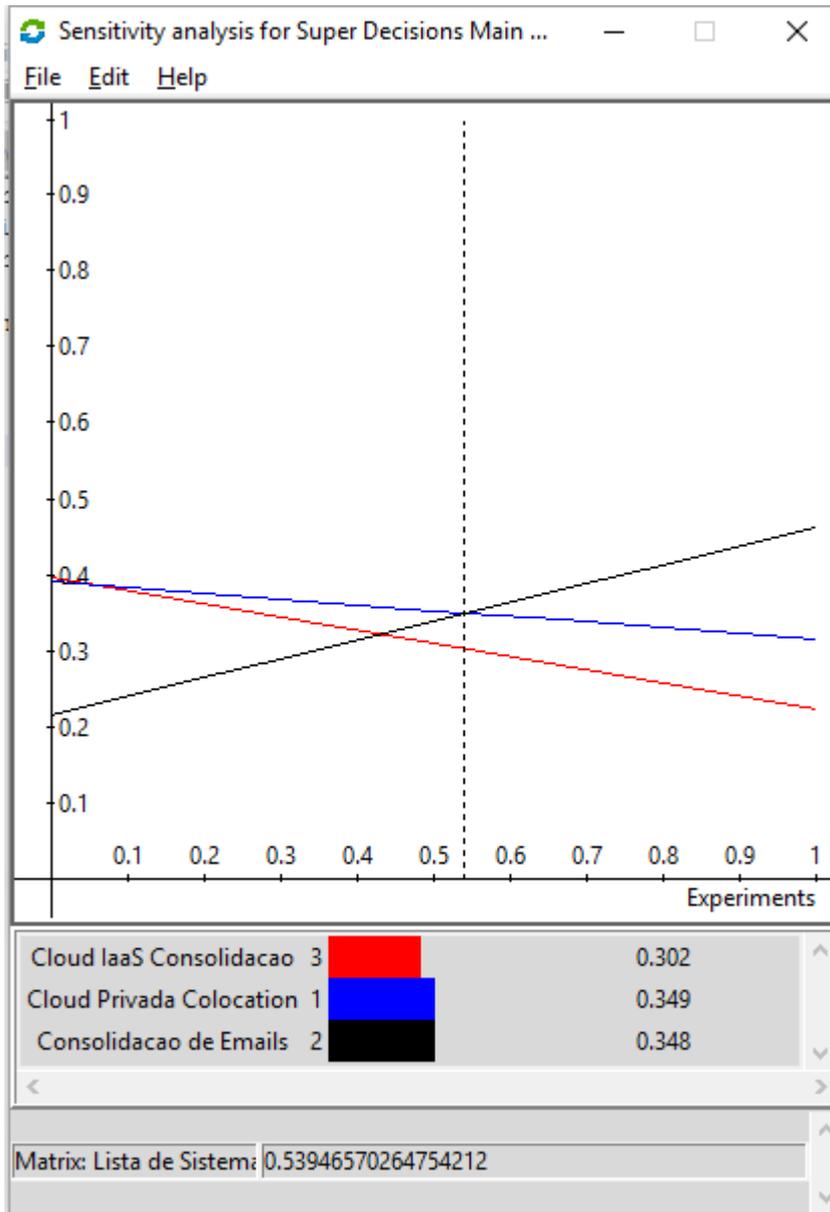
1. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*
2. Consolidação de Servidores de E-mail
3. Consolidação *Cloud IaaS*

Gráfico 16. Análise de sensibilidade da categoria de critério Análise Financeira em seu *Cluster* com importância de 43,16%.



Fonte: elaboração própria, 2016

Gráfico 17. Análise de sensibilidade da categoria de critério Análise Financeira em seu *Cluster* com importância de 53,95%.

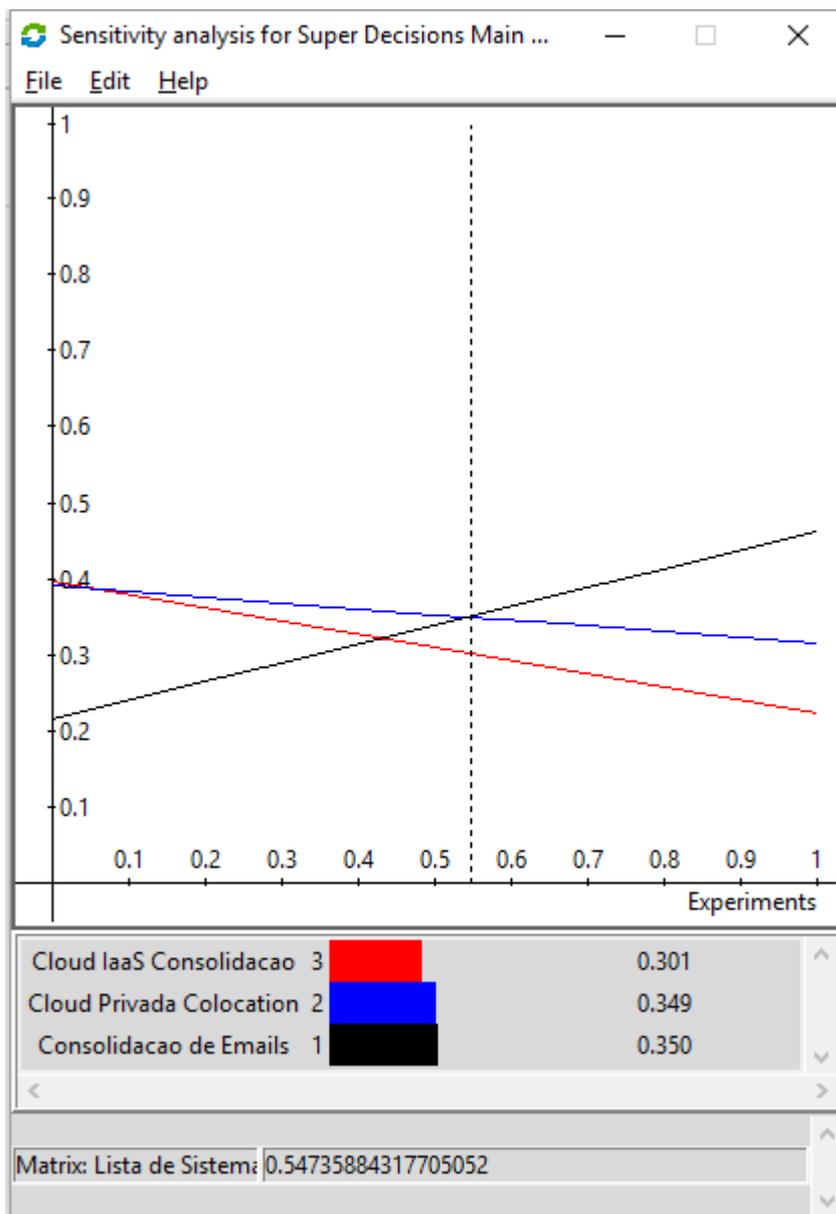


Fonte: elaboração própria, 2016

O Gráfico 18 mostra que caso a categoria de critérios tenha sua importância alterada para valores superiores a 54%, a ordem de priorização de sistemas seria:

1. Consolidação de Servidores de E-mail
2. Migração de Servidores para *Cloud Privada Colocation*
3. Consolidação *Cloud IaaS*

Gráfico 18. Análise de sensibilidade da categoria de critério Análise Financeira em seu *Cluster* com importância acima de 54%.



Fonte: elaboração própria, 2016

9 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou responder à questão proposta, quanto à possibilidade de se elaborar critérios e subcritérios consistentes, para uso de metodologia multicritério em apoio à tomada de decisão, quando da necessidade de seleção e priorização de sistemas para a publicação em nuvem. Neste sentido, desenvolveu um aporte teórico para a elaboração desses critérios e subcritérios para o auxílio à tomada de decisão na seleção e priorização de sistemas para a publicação em nuvem.

Dentro deste quadro, cabe ressaltar as seguintes considerações.

Primeiramente quanto à adaptabilidade do Método, o exercício de simulação em um contexto de avaliação da seleção e priorização de sistemas para resolver problemas prioritários em uma cidade digital, abordado no capítulo 6, demonstrou o seu potencial de aplicação prático, e adaptabilidade do método, na alteração da estrutura de critérios da hierarquia para a sua aplicação em uma instituição privada como no capítulo 7. Para a aplicação em Cidades digitais (capítulo 6), foi incluída a categoria de critérios Inclusão Digital, que é uma premissa inexorável para soluções cuja a finalidade seja resolver problemas de cidades digitais, e vem se tornando cada vez mais presente em modelos de solução para o mercado privado.

O experimento realizado na empresa do ramo da educação, permitiu a verificação da sua aplicação prática no segmento corporativo, sem o uso da categoria de critérios 'Inclusão Digital', mas mantendo as demais categorias de critérios, provendo uma avaliação lógica, estruturada, e racional a respeito da problemática da seleção e priorização de projetos de sistemas para a publicação em nuvem.

O Método mostrou-se funcional e eficiente na avaliação de critérios tangíveis e intangíveis, técnicos e de negócio, facilitando a organização da tomada de decisão em ambientes complexos.

Em segundo lugar, quanto à importância da Análise de Sensibilidade, cabe salientar, tanto na simulação, quanto no experimento prático, o estudo da análise de sensibilidade evidenciou a importância da análise de cenários, nos quais a alteração na importância relativa de variáveis com peso decisivo no resultado da priorização de sistemas, resulta invariavelmente em alteração na ordem de prioridades dos sistemas avaliados, conforme apresentado no capítulo 9.

Em terceiro, estaria o Impacto da Verificação de Consistência dos Julgamentos.

Aqui, um ou mais julgamentos inconsistentes podem resultar numa avaliação de importância que não reflita as prioridades mais aderentes às necessidades do tomador de decisão, e comprometer o resultado final da lista de sistemas selecionados e priorizados.

A causa raiz para a ocorrência de uma inconsistência na avaliação, pode se dar por razões que incluem, mas não se limitam a: Incerteza no entendimento do que se deve avaliar neste *Cluster*, falta de clareza sobre aspectos que diferenciam as alternativas em análise sob a óptica do tomador de decisão, falta de concentração do tomador de decisão durante o julgamento.

Outro elemento importante decorrente deste estudo, parte do que foi apresentado no capítulo 8 quando se tratou sobre a identificação e a correção das inconsistências encontradas no experimento prático, foram apenas 3 inconsistências, no entanto, elas resultaram na alteração da ordem de prioridades dos sistemas. Se não fossem identificadas e corrigidas, o resultado final da priorização estaria comprometido.

Contudo, um olhar mais criterioso permite acrescentar ainda alguns pontos importantes, como:

a) As limitações do Método AHP;

O método indica apenas uma lista de prioridades resultante dos julgamentos presentes de maneira explícita no modelo de análise, portanto, para fatores que influenciem a tomada de decisão e que não possam ser avaliados, ou explicitamente discutidos no momento da tomada de decisão, tais como: Agenda oculta, imprevistos originados por mudança abrupta no mercado, governo e cenário externo ao modelo avaliado, interesse particular dos tomadores de decisão, questões éticas, dentre outros. Nenhuma contribuição a esse respeito deve ser esperada como resultado do processo de análise.

A depender da quantidade de critérios em análise, o método pode tornar-se cansativo e de difícil adoção, uma vez, que a medida que incluímos mais variáveis ao processo de análise tornamos mais onerosa a avaliação por parte do tomador de decisão. A fim de tornar esse momento de análise mais dinâmico e atrativo, sugere-se o uso de ferramentas de interação como: Brainstorming, técnica

de Delphi, Planning Poker. Nas quais os tomadores de decisão podem interagir catalisados pelo estímulo, e pela criatividade inerente a elas.

b) Quanto à aplicação do método e a experiência do usuário;

Durante a aplicação do método de análise hierárquica, segundo o relato do tomador de decisão, o mesmo considerou o processo bem estruturado e robusto, avaliou as categorias de critérios e seus subcritérios como suficientes para o estabelecimento de um sistema eficaz e eficiente de seleção e priorização de portfólio de projetos de TIC, compatíveis com a publicação baseada em computação em nuvem, para o cenário estudado neste experimento.

Durante a fase de análise pareada, o entrevistado relatou que a sua percepção sobre o processo de comparação pareada, é que a depender da estrutura de hierarquia e da quantidade de variáveis a serem analisadas, o processo de julgamento pode se tornar cansativo, e que, manter a concentração se torna um desafio para *Clusters* com mais de 6 componentes numa mesma categoria. Isto pode ser verificado no capítulo 8.2, na Tabela 27, onde é possível notar que dentre os 8 critérios da categoria Arquitetura Tecnológica, 2 se destacam dos demais, disponibilidade e eficiência, e os demais permanecem com ordem de prioridades muito parecidas na avaliação em seu próprio *Cluster*. Nesse sentido, vale ressaltar a importância do treinamento dos tomadores de decisão a respeito do mecanismo de funcionamento do método proposto, o uso da ferramenta escolhida para a aplicação dos julgamentos, neste caso o *Superdecision*, com o objetivo de tornar a experiência do decisor mais amigável, eficaz e eficiente.

A etapa de comparação pareada durou cerca de 5 horas, no entanto, foi necessária uma pausa de 30 minutos a partir da terceira hora, a fim de preservar a adequada capacidade de análise do tomador de decisão.

O Decisor demonstrou particular interesse na análise de sensibilidade e em sua aplicação, enxergando valor na possibilidade de dar maior previsibilidade ao processo de tomada de decisão à medida que pode estudar as alterações nas prioridades na medida em que há alteração no cenário do projeto que afete os critérios mais relevantes para o modelo.

A partir do aprendizado obtido neste trabalho, pode-se ainda acrescentar algumas recomendações que facilitarão a sua aplicação em momentos futuros, em outras instituições, quais seriam:

A participação de profissionais especialistas em categorias de critérios de natureza técnica pode contribuir para um melhor esclarecimento do que deve ser avaliado em cada critério, e, portanto, melhorar a assertividade da análise de prioridades. Por exemplo, a categoria de critérios Arquitetura Tecnológica possui 8 subcritérios, todos de natureza técnica, no experimento prático, é possível observar que as importâncias atribuídas à maioria dos critérios têm um valor muito próximo, com exceção apenas dos subcritérios Disponibilidade e Eficiência. Isso pode indicar, a necessidade de discutir melhor a compreensão do que se procura avaliar em cada um desses critérios sob a óptica da organização, e como cada um deles contribui para a entrega de valor dos objetivos técnicos e de negócios estabelecidos para o portfólio de projetos.

A análise de sensibilidade deve ser realizada de preferência em grupo, envolvendo as principais interessadas responsáveis pela análise dos critérios que apresentaram maior relevância na análise hierárquica, após a finalização da análise hierárquica.

É aconselhável, que sempre que possível, os decisores avaliem a verificação de consistência em tempo de julgamento para cada *Cluster*, dessa forma, o processo de avaliação se torna mais eficiente à medida que as inconsistências identificadas são corrigidas imediatamente, evitando que seus efeitos se propaguem, isso pode tornar mais difícil a correção de ruídos nos julgamentos, além de evitar retrabalho, caso contrário, as correções deverão ser feitas a posteriori, quando não se tem mais a mesma clareza de todos os itens que foram levados em conta no momento do julgamento inconsistente, o que pode tornar esse processo moroso e cansativo.

Por fim, como trabalhos futuros, sugere-se a aplicação prática do método em prefeituras que investem em soluções de tecnologia para incluírem suas cidades no universo das cidades digitais, na qual haja projetos de sistemas elegíveis a publicação em nuvem, em ambientes heterogêneos de telecomunicações. A aplicação do método em outros nichos de mercado diferentes do ramo da educação, aqui estudado. Outra abordagem instigante seria a análise do mesmo problema tratado neste trabalho usando outra metodologia que se

baseie em outro método de análise multicritério como, por exemplo, o TOPSYS, ELECTRE, MACBETH ou FUZZY.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino De. Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisão. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 220 p.

ASHFORD, R. W.; DYSON, R. G.; HODGES, S. D. The capital-investment appraisal of new technology: problems, misconceptions and research directions. *Journal of the Operational Research Society*, p. 637-642, 1988.

ÁVILA, I. M. A. et al. Modelagem de uso. Projeto Soluções de Telecomunicações para Inclusão Digital. PD.30.12.36A.0005A/RT-01-AA.Campinas: CPqD, 2006, 54 p. (Relatório Técnico).

BANA E COSTA, Carlos A.; CORTE, Jean-Marie; VANSNICK, Jean-Claude. MACBETH (measuring attractiveness by a categorical based evaluation

BARCAUI, André et. Al; PMO: Escritório de Projetos, Programas e Portifólio na prática. Rio de Janeiro: Brasport, 2012. 673 p.

BELLAMY, Martin. Adoption of cloud computing services by public sector organisations. In: *Services (SERVICES)*, 2013 IEEE Ninth World Congress on. IEEE, 2013. p. 201-208.

CARR, Nicholas. The big switch: rewiring the world, from Edison to Google. 2 ed. [S.L.]: W. W. Norton, 2009. 304 p.

CHURCHMAN, C. West; ACKOFF, Russell L.; ARNOFF, E. Leonard. Introduction to operations research. 1957.

CISCO and/or affiliates. Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2014-2019, 2014. Disponível em:
<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-indexgci/Cloud_Index_White_Paper.pdf?referring_site=RE&pos=1&page=http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/Cloud_Index_White_Paper.html>. Acesso em 20 Out. 2015.

ELLRAM, Lisa M.; SIFERD, Sue P. Total cost of ownership: a key concept in strategic cost management decisions. *Journal of business logistics*, v. 19, p. 55-84, 1998.

ENGLUND, Randall L.; GRAHAM, Robert J. From experience: linking projects to strategy. *Journal of Product Innovation Management*, v. 16, n. 1, p. 52-64, 1999.

ETRO, Federico. The economic impact of cloud computing on business creation, employment and output in Europe. *Review of Business and Economics*, v. 54, n. 2, p. 179-208, 2009.

FARIAS FILHO, José R.; ALMEIDA, Norberto O. Integrando o Gerenciamento de Projetos à Estratégia da Empresa. In: 4th International Conference On Industrial Engineering and Industrial Management. 2010. p. 1490-1500.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GONZÁLEZ, Marcela Cecilia Araya; CARIGNANO, Claudia. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. [S.L.]: Thomson, 2004. 168 p.

GOODWIN, Paul; WRIGHT, George. *Decisions Analysis for Management Judgement*. 3 ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltda, 2008. 468 p.

HWANG, C. L. e K. YOON (1981), *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin (Alemanha)

KHAN, Zaheer; KIANI, Saad Liaquat. A cloud-based architecture for citizen services in smart cities. In: PROCEEDINGS OF THE 2012 IEEE/ACM FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UTILITY AND CLOUD COMPUTING. IEEE Computer Society, 2012. p. 315-320.

LEE, Chae Sub; LEE, Gyu Myoung; REE, Woo Seop. Smart Ubiquitous Networks for future telecommunication environments. *Computer Standards & Interfaces*, [S.L.], v. 36, p. 412-422, 2014/mai. 2016. Disponível em: <journal homepage: www.elsevier.com/locate/csi>. Acesso em: 20 fev. 2015.

LEE, Jung Hoon; HANCOCK, Marguerite Gong; HU, Mei-chi. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting and Social Change*, [S.L], v. 89, p. 80-99, nov. 2011.

LEIJTEN, J. R&D for services in information society. Research and development policies, new industrial deal and European challenges. Montpellier: IDATE, 1997.

LIANG, G. e M. WANG (1991), A Fuzzy Multi-criteria Decision Method for Facility Selection, *International Journal of Production Research*, vol. 29, n. 11, p. 2313-1330

MARSTON, Sean et al. Cloud computing—The business perspective. *Decision support systems*, v. 51, n. 1, p. 176-189, 2011.

MELL, Peter; GRANCE, Timothy. The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of National institute of Standards and Technology, Gaithersburg: NIST, 2011. (NIST Special Publication 800-145)

OECD, Environmental Outlook to 2050. Disponível em <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/oecd-environmental-outlook-to-2050_9789264122246-en#page48>. Acesso em: 27 Mai. 2016.

PIOVESAN, Armando.; TEMPORINI, Edméa R. Pesquisa Exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. In: *Revista Da Saúde Publica*, no. 29, ed. 4, 318-325, 1995.

PMI, Inc. The Standard for Portfolio Management third edition, Newton Square – Pennsylvania, PMI Inc., 2013. 7-15.

RAIVIO, Yrjo; MALLAVARAPU, Ramasivakarthik; ANNAPUREDDY, Koushik. Mobile Cloud Computing introduction, Otaniemi, 2011, T110-5121

SAATY, T. L. (1996), Decision Making With Dependence And Feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh/PA (EUA)

SAATY, T. L., "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures", *Journal of Mathematical Psychology*, vol. 15, p.234-281, 1977.

SAATY, Thomas L. Fundamentals of the analytic network process. In: *Proceedings of the 5th international symposium on the analytic hierarchy process*. 1999. p. 12-14.

SAATY, Thomas L. Response to Holder's comments on the analytic hierarchy process. *The Journal of the Operational Research Society*, v. 42, n. 10, p. 909-914, 1991.

SAATY, Thomas L. The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making. In: FIGUEIRA, José.; GRECO, Salvatore.; EHRGOTT, Matthias. (eds). *Multiple Criteria Decision Analysis – State Of The Art Surveys*. Boston, Springer Science + Business Media, Inc. 2005.

SAATY, Thomas L.. *Método de Análise Hierárquica*. São Paulo: Makron Books, 1991. 367 p.

SAATY, Thomas; VARGAS, Luis G.. *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. [S.L.]: Springer Science & Business Media, 2012. 333 p.

SALOMON, Valério P.; MONTEVECHI, José AB; PAMPLONA, Edson O. *Justificativas para aplicação do método de análise hierárquica*. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro-RJ, 1999.

SERPRO. Serpro apresenta seu serviço de nuvem do governo. Disponível em: <<https://www.serpro.gov.br/noticias/serpro-apresenta-seu-servico-de-nuvem-do-governo>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

SHENHAR, Aaron J. et al. Project success: a multidimensional strategic concept. *Long range planning*, v. 34, n. 6, p. 699-725, 2001.

SHENHAR, Aaron J. *Strategic Project Leadership® Toward a strategic approach to project management*. *R&D Management*, v. 34, n. 5, p. 569-578, 2004.

SONG, Suck-hyun; SHIN, Sun Young; KIM, Jung-yup. A study on method deploying efficient cloud service framework in the public sector. In: Advanced Communication Technology (ICACT), 2013 15th International Conference on. IEEE, 2013. p. 33-38. technique). Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science, 2011.

SOUTO, Átila A.; DALL'ANTONIA, Juliano C.; HOLANDA, Giovanni M. De. As Cidades Digitais no Mapa do Brasil: Uma Rota para a Inclusão Digital. Brasília - DF: Ministério das Comunicações, 2006. 136 p.

VAN DER MERWE, A. P. Project management and business development: integrating strategy, structure, processes and projects. International Journal of Project Management, v. 20, n. 5, p. 401-411, 2002.

WANG, Ze-Yuan; LI, Qing; CAO, Zhi-chao; LI, Whei Hua; DU, Rui-yang. A Model-based Deployment Framework of Integrated Public Cloud Service. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND SERVICE SYSTEM, 2012, Beijing, China. *Anais*: IEEE, 2012, p 723-728

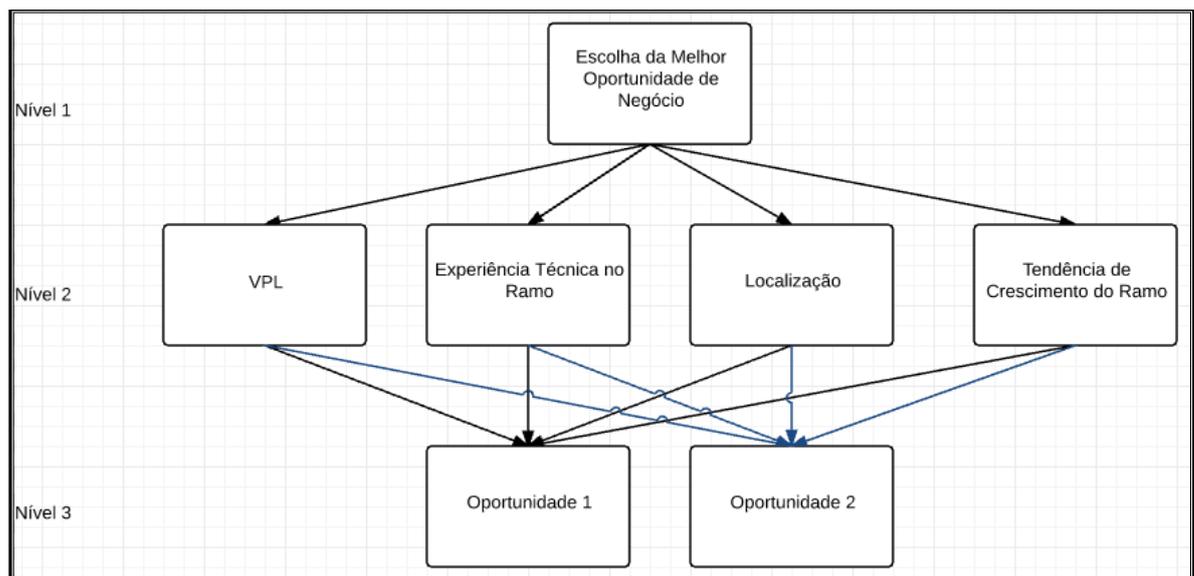
ANEXO A – EXEMPLO PRÁTICO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

1.1 Descrição do caso hipotético

Um Jovem Executivo é desligado de seu emprego atual no qual trabalhou por 12 anos, e decide apostar em uma iniciativa empreendedora, no entanto, após exaustivas pesquisas de potenciais oportunidades de investimentos 2 apresentam as condições procuradas por ele. É necessário analisá-las e a escolher aquela que melhor atende aos seguintes critérios: C1 – Maior Valor Presente Líquido em 3 anos, C2 – Experiência no Ramo, C3 – Melhor Localização, C4 – Tendência de crescimento no ramo para os próximos 5 anos.

Após estudar a natureza de seu problema, opta por estruturar a estrutura hierárquica básica em 3 níveis, que estão refletidos na Figura 41.

Figura 41. Análise Hierárquica para a seleção entre 2 oportunidades de Negócio



Fonte: elaboração própria, 2016

Conforme a descrição dos passos para a aplicação do método de análise hierárquica, após a criação da estrutura de critérios a serem analisados deve-se iniciar a comparação pareada entre todos os elementos de um mesmo nível na hierarquia, a fim de obter a matriz de decisão quadrada.

A comparação pareada é realizada com base na matriz proposta por Saaty (1991), e é denominada de escala fundamental conforme Tabela 38.

Tabela 38. Escala Fundamental de Saaty.

| Grau de Importância | Definição | Explicação |
|---------------------------|---|---|
| 1 | Igual Importância | Ambos têm a mesma contribuição para o objetivo em estudo |
| 3 | Fraca Importância | Um dos elementos tem menor contribuição no atingimento do objetivo |
| 5 | Forte Importância | O Julgamento do decisor indica que um dos elementos tem maior contribuição sobre o objetivo |
| 7 | Muito Forte Importância | Um elemento tem muito mais influência sobre o objetivo do que o outro, e sua dominação de importância é verificada na prática. |
| 9 | Importância Absoluta | Um elemento possui o mais alto grau de influência sobre o objetivo do que o outro com certeza |
| 2,4,6,8 | Valores Intermediários | Devem ser usados quando os graus de influência são intermediários, ou quando se tem muitos elementos pertencentes a uma mesma categoria de critérios. |
| Reciprocidade dos Valores | Se o elemento A recebe uma avaliação de grau de importância diferente de zero, quando comparado com o elemento B, logo B receberá automaticamente o valor recíproco no que se refere a sua comparação de importância em relação ao elemento A | |

Fonte: Saaty (1991)

O Jovem executivo usou os dados da Tabela 38 para iniciar às comparações pareadas.

Tabela 39. Dados básicos para a avaliação das oportunidades 1 e 2.

Dados de Avaliação das Oportunidades

| C3 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------------------------|----------------|----------------|
| | R\$ | R\$ |
| VPL | 180.000,00 | 220.000,00 |
| Experiência Técnica no Ramo | 6 anos | 2,5 anos |
| Localização | Ótima | Ruim |
| Tendência de Crescimento do Ramo | Alto | Médio |

Fonte: elaboração própria, 2016

Após avaliar as características de cada uma das oportunidades em detalhes frente a cada um dos 4 critérios do modelo de tomada de decisão, o decisor registrou os seguintes julgamentos no segundo nível da hierarquia conforme as Tabelas 40, 41, 42 e 43.

Tabela 40. Julgamento do VPL das Oportunidades.

VPL

| C1 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| Oportunidade 1 | 1 | 1/6 |
| Oportunidade 2 | 6 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 41. Julgamento da Experiência no Ramo para cada oportunidade.

Experiência Técnica no Ramo

| C2 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| Oportunidade 1 | 1 | 8 |
| Oportunidade 2 | 1/8 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 42. Julgamento da Localização.

Localização

| C3 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| Oportunidade 1 | 1 | 1/5 |
| Oportunidade 2 | 5 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 43. Julgamento da tendência de crescimento do ramo de cada oportunidade.

Tendência de Crescimento do Ramo

| C4 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| Oportunidade 1 | 1 | 4 |
| Oportunidade 2 | 1/4 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

O próximo passo é a normalização dos pesos dos critérios avaliados, de forma a extrair a importância relativa de cada um dos critérios nesse nível da hierarquia, como resultado da normalização a soma de todos os elementos deve ser igual a um. A normalização do critério VPL é mostrada nas Tabelas 44 e 45.

Tabela 44. Normalização do Critério VPL.

| C1 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 1/6 |
| Oportunidade 1 | + | + |
| Oportunidade 2 | 6 | 1 |
| | = | = |
| | 7 | 7/6 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

Tabela 45. Normalização do Critério VPL (Parte 2).

| C1 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|---------------------|
| | $1/7 = 1/7 +$ | $(1/6)/(7/6) = 1/7$ |
| Oportunidade 1 | $6/7 = 6/7$ | + |
| Oportunidade 2 | | $1/(7/6) = 6/7$ |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

A normalização do critério Experiência técnica no ramo é mostrada nas Tabelas 46 e 47.

Tabela 46. Normalização do Critério Experiência técnica no ramo.

| C2 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 8 |
| Oportunidade 1 | + | + |
| Oportunidade 2 | 1/8 | 1 |
| | = | = |
| | 9/8 | 9 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 47. Normalização do Critério Experiência técnica no ramo (parte 2).

| C2 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|--------------------|-------------------------|
| Oportunidade 1 | 1/7 = 1/7 + | (1/6)/(7/6)= 1/7 |
| Oportunidade 2 | 6/7 = 6/7 | + 1/(7/6)=6/7 |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

A normalização do critério Localização é demonstrada nas Tabelas 48 e 49.

Tabela 48. Normalização do Critério Localização.

| C3 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 1/5 |
| Oportunidade 1 | + | + |
| Oportunidade 2 | 5 | 1 |
| | = | = |
| | 6 | 6/5 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

Tabela 49. Normalização do Critério Localização (parte 2).

| C3 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|----------------|-------------------------|
| Oportunidade 1 | 1/6 | (1/5)/(6/5)= 1/6 |
| Oportunidade 2 | 5/6 | 1/(6/5)=5/6 |
| | + | + |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

A normalização do critério Tendência de crescimento no ramo é mostrada nas Tabelas 50 e 51.

Tabela 50. Normalização do critério Tendência de crescimento no ramo.

| C4 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|--------------------|----------------|
| Oportunidade 1 | 1/(5/4) | 4/5 |
| Oportunidade 2 | (1/4)/(5/4) | 1/5 |
| | + | + |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 51. Normalização do critério Tendência de crescimento no ramo (parte 2).

| C4 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 |
|----------------|--------------------|----------------|
| Oportunidade 1 | 1/(5/4) | 4/5 |
| Oportunidade 2 | (1/4)/(5/4) | 1/5 |
| | + | + |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Após a normalização dos critérios é necessário obter a média de cada critério. Deve-se converter as frações em decimais para encontrar a média aritmética de cada linha da matriz normalizada. Como resultado será obtido um

vetor que representa cada critério. Conforme pode ser conferido nas Tabelas 52, 53, 54 e 55.

Tabela 52. Cálculo da média do critério VPL para cada oportunidade.

Cálculo da média do critério VPL

| C1 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 | Média |
|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| Oportunidade 1 | $1/7 = 0,143$ | + $1/7 = 0,143$ | = $0,143$ |
| Oportunidade 2 | $6/7 = 0,857$ | + $6/7 = 0,857$ | = $0,857$ |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 53. Cálculo da média do critério Experiência técnica no ramo para cada oportunidade.

Cálculo da média do critério Experiência Técnica no Ramo

| C2 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 | Média |
|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| Oportunidade 1 | $8/9 = 0,889$ | + $8/9 = 0,889$ | = $0,889$ |
| Oportunidade 2 | $1/9 = 0,111$ | + $1/9 = 0,111$ | = $0,111$ |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 54. Cálculo da média do critério Localização para cada oportunidade.

Cálculo da média do critério Localização

| C3 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 | Média |
|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| Oportunidade 1 | $1/6 = 0,167$ | + $1/6 = 0,167$ | = $0,167$ |
| Oportunidade 2 | $5/6 = 0,833$ | + $5/6 = 0,833$ | = $0,833$ |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 55. Cálculo da média do critério Tendência de Crescimento no ramo para cada oportunidade.

Cálculo da média do critério Tendência de Crescimento no Ramo

| C4 | Oportunidade 1 | Oportunidade 2 | Média |
|----------------|----------------|----------------|---------|
| Oportunidade 1 | $4/5 = 0,8$ | + $4/5 = 0,8$ | = $0,8$ |
| Oportunidade 2 | $1/5 = 0,2$ | + $1/5 = 0,2$ | = $0,2$ |

Fonte: elaboração própria, 2016

Com os dados obtidos nos cálculos dos vetores deve-se construir a matriz de prioridades, as linhas serão populadas pelas oportunidades de negócio (projetos em análise), e as colunas pelos critérios de avaliação, conforme Tabela 56.

Tabela 56. Matriz das preferências das oportunidades para todos os critérios.

Matriz das Preferências

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----------------|-------|-------|-------|-----|
| Oportunidade 1 | 0,143 | 0,889 | 0,167 | 0,8 |
| Oportunidade 2 | 0,857 | 0,111 | 0,833 | 0,2 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Após a obtenção do vetor de impacto das oportunidades sobre os critérios, é necessário seguir os mesmos passos com o nível dos critérios, ou seja, será construída uma matriz de comparação entre os critérios e repetir os passos anteriores para obter-se a comparação pareada. Como resultado será obtida as médias das preferências para cada critério.

Após efetuar a comparação pareada no nível dos critérios, o Jovem empreendedor obteve o seguinte resultado de acordo com a Tabela 57.

Tabela 57. Matriz de preferências das comparações entre critérios.

Comparação entre critérios

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|------------------|----|-----|-----|-----|
| C1 –VPL | 1 | 1/7 | 1/3 | 1/2 |
| C2 - Exp. Ramo | 7 | 1 | 5 | 5 |
| C3 - Localização | 3 | 1/5 | 1 | 3 |
| C4 - Tx. Cresc. | 2 | 1/5 | 1/3 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016

De maneira análoga ao que foi feito com o nível das alternativas, há que se normalizar também a comparação pareada do nível dos critérios, o que pode ser conferido nas Tabelas 58 e 59.

Tabela 58. Normalização dos Critérios.

Normalização dos Critérios

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|------------------|----|-------|------|------|
| C1 –VPL | 1 | 1/7 | 1/3 | 1/2 |
| | + | + | + | + |
| C2 - Exp. Ramo | 7 | 1 | 5 | 5 |
| | + | + | + | + |
| C3 – Localização | 3 | 1/5 | 1 | 3 |
| | + | + | + | + |
| C4 - Tx. Cresc. | 2 | 1/5 | 1/3 | 1 |
| | = | = | = | = |
| Totais | 13 | 54/35 | 20/3 | 19/2 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Tabela 59. Normalização dos critérios (parte 2).

Normalização dos Critérios

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|------------------|---------------|-----------------|-----|-----|
| C1 –VPL | $1/13 = 1/13$ | $(1/7)/(54/35)$ | 1/3 | 1/2 |
| | + | + | + | + |
| C2 - Exp. Ramo | $7/13 = 7/13$ | $1/(54/35)$ | 5 | 5 |
| | + | + | + | + |
| C3 – Localização | $3/13 = 3/13$ | $(1/5)/(54/35)$ | 1 | 3 |
| | + | + | + | + |
| C4 - Tx. Cresc. | $2/13 = 2/13$ | $(1/5)/(54/35)$ | 1/3 | 1 |
| | = | = | = | = |
| Totais | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

Na sequência têm-se que obter o resultado do cálculo da média dos critérios conforme Tabela 60.

Tabela 60. Cálculo da média dos critérios.

Cálculo da média dos Critérios

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|------------------|-------|-------|------|-------|
| C1 –VPL | 0,077 | 0,092 | 0,05 | 0,067 |
| | + | + | + | + |
| C2 - Exp. Ramo | 0,538 | 0,648 | 0,75 | 0,616 |
| | + | + | + | + |
| C3 – Localização | 0,231 | 0,13 | 0,15 | 0,207 |
| | + | + | + | + |
| C4 - Tx. Cresc. | 0,154 | 0,13 | 0,05 | 0,110 |
| | = | = | = | = |
| Totais | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, 2016.

Na sequência é necessário multiplicar a matriz obtida na etapa de normalização pela matriz da Tabela 60, e obter-se-á um vetor que trará o peso final de cada oportunidade, conforme pode se notar na Tabela 61, e nas Figuras 42 e 43.

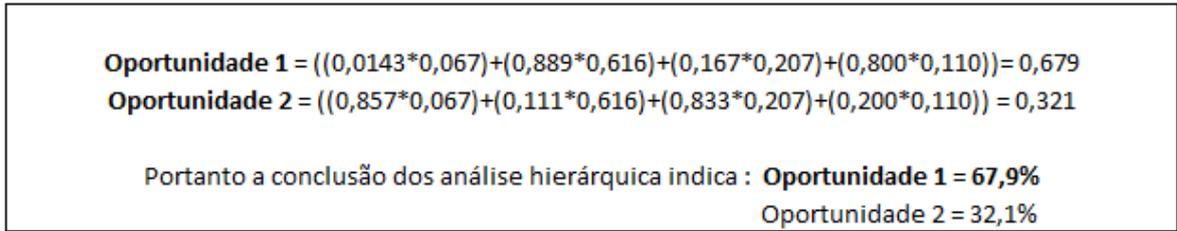
Tabela 61. Matriz das preferências das oportunidades.

Matriz das Preferências

| | C1 | C2 | C3 | C4 | Média | Resultado |
|----------------|-------|-------|-------|-------|---------|-----------|
| Oportunidade 1 | 0,143 | 0,889 | 0,167 | 0,8 * | 0,067 = | 0,679 |
| Oportunidade 2 | 0,857 | 0,111 | 0,833 | 0,2 | 0,616 | 0,321 |
| | | | | | 0,207 | |
| | | | | | 0,11 | |

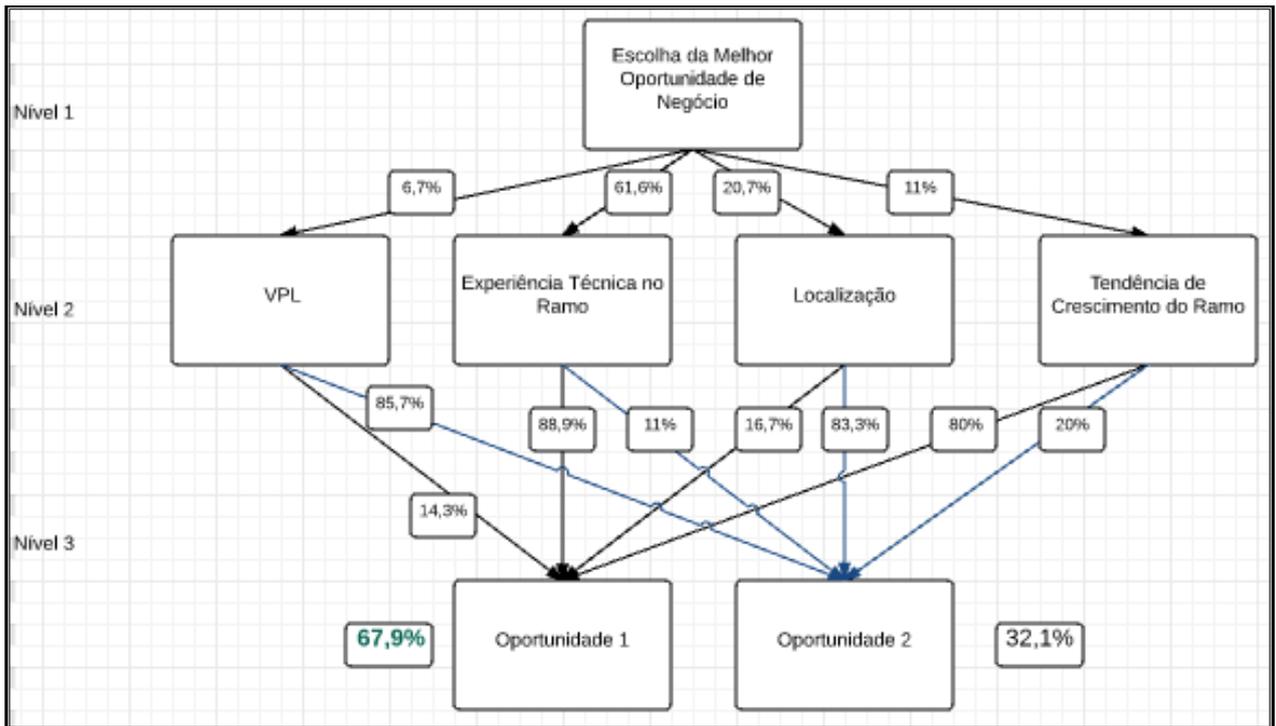
Fonte: elaboração própria, 2016.

Figura 42. Cálculo do Peso das Oportunidades.



Fonte: elaboração própria, 2016

Figura 43. Representação do Resultado da Análise Hierárquica.



Fonte: elaboração própria, 2016

Após a execução da análise hierárquica sobre ambas as oportunidades de negócio, e aos 4 critérios escolhidos no modelo de tomada de decisão formulado pelo jovem empreendedor, de acordo com as indicações presentes no resultado final da análise a oportunidade 1 deveria ser escolhida, pois possui 67,9% da preferência do decisor frente a 32,1% da oportunidade 2, o que pode ser conferido nas Figuras 42 e 43.

A indicação de seleção e priorização do modelo considera apenas os critérios que fazem parte do modelo de tomada de decisão formulado pelo decisor, e não é suficiente para tratar a interferência de influências que não estejam explicitamente presentes nesse modelo.

1.2 A Demonstração da Verificação de Consistência nos Julgamentos

Os passos para a verificação de consistência são explicados na sequência:

1. Deve-se obter o produto da matriz inicial com o respectivo vetor da média, neste caso apenas para o nível de categoria de critérios, por ser a única matriz com dimensão maior que 3X3. De acordo com a Tabela 62

Tabela 62. Normalização dos critérios.

Normalização dos Critérios

| | C1 | C2 | C3 | C4 | * | Média | = | Totals |
|------------------|----|-----|-----|-----|---|-------|---|--------|
| C1 –VPL | 1 | 1/7 | 1/3 | 1/2 | | 0,067 | | 0,2797 |
| C2 - Exp. Ramo | 7 | 1 | 5 | 5 | | 0,616 | | 2,6731 |
| C3 - Localização | 3 | 1/5 | 1 | 3 | | 0,207 | | 0,8629 |
| C4 - Tx. Cresc. | 2 | 1/5 | 1/3 | 1 | | 0,11 | | 0,4378 |

Fonte: elaboração própria, 2016

2. Então é necessário calcular o autovalor máximo da Matriz (λ máx), da seguinte forma: Considera-se o número de critérios, neste caso são 4, divide-se o vetor total de entradas pelo vetor da média (Tabela 63), e a partir daí obtém-se um novo vetor. A esse vetor somam-se as suas componentes, e divide-se pelo número de critérios da matriz, o resultado desse processo é o λ máx (autovetor máximo).

Tabela 63. Cálculo das componentes do vetor de autovalor da matriz.

| Totals | / | Média | = | Cálculo das componentes de λ máx |
|--------|---|-------|---|--|
| 0,2797 | | 0,067 | | 4,1746 |
| 2,6731 | | 0,616 | | 4,3394 |
| 0,8629 | | 0,207 | | 4,1686 |
| 0,4378 | | 0,11 | | 3,9800 |

Fonte: elaboração própria, 2016

Agora é possível calcular o λ máx, e o Índice de Coerência (IC), como é possível verificar nas Figuras 44 e 45.

Figura 44. Cálculo do Vetor de autovalor máximo.

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{4,1746 + 4,3394 + 4,1686 + 3,9800}{4} = 4,1657$$

Fonte: elaboração própria, 2016

Figura 45. Cálculo do Índice de Coerência.

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} = \frac{4,1657 - 4}{4 - 1} = 0,055223$$

Fonte: elaboração própria, 2016

O IC será usado para o cálculo da Razão da Consistência (RC), conforme demonstrado por Saaty (1995), o resultado desta equação indica uma inconsistência sempre que for maior que 0,1 (Figura 46)

Figura 46. Fórmula para o cálculo da Razão de Consistência.

$$RC = \frac{IC}{IA} < 0,10$$

Fonte: elaboração própria, 2016

Conforme a fórmula descrita na Figura 46, o RC é obtido a partir da razão entre o IC e Índice Aleatório (IA), que é extraído da Tabela 64 para matriz de dimensão entre 3X3 a 15X15.

Tabela 64. Índice Aleatório de Saaty.

| Dimensão da Matriz | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coerência Aleatória | 0 | 0 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,54 | 1,56 | 1,58 | 1,59 |

Fonte: Saaty (2005).

Para avaliarmos se há alguma inconsistência nos julgamentos do nosso exemplo, devemos realizar o cálculo do RC, o que pode ser verificado Figura 47.

Figura 47. Cálculo da Razão de Consistência do exemplo.

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0,0552}{0,9} = 0,0613 < 0,10$$

Fonte: elaboração própria, 2016

Como foi possível mostrar na Figura 47, o RC para a matriz 4X4 do exemplo estudado é de 6,13%, portanto, menor que 10%, o que indica que não há inconsistência nos julgamentos do decisor e sob a óptica da análise de consistência as indicações de prioridades são válidas.