

RONNEY MOREIRA DE CASTRO

**SELEÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EM
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO
SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTO**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C355s
2012

Castro, Ronney Moreira de, 1974-

Seleção de boas práticas de desenvolvimento de software em micro e pequenas empresas: uma abordagem utilizando sistemas baseados em conhecimento / Ronney Moreira de Castro. – Viçosa, MG, 2012.

xiv, 96f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Luís Braga.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 93-96

1. Software - Qualidade. 2. Software - Desenvolvimento.
3. Sistemas especialistas (Computação). 4. Engenharia de software. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 006.33

RONNEY MOREIRA DE CASTRO


**SELEÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE
SOFTWARE EM MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: UMA
ABORDAGEM UTILIZANDO SISTEMAS BASEADOS EM
CONHECIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de junho de 2012.


Alcione De Paiva Oliveira
(Coorientador)


Clarindo Isaías Pereira da Silva e
Pádua


José Luís Braga
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Geralmente a lista de agradecimentos sempre peca por não citar uma ou outra pessoa que teve algum papel, mesmo que pequeno, mas não menos importante, para a conclusão de um trabalho como este. Tentarei aqui relacionar alguns nomes que participaram dessa jornada comigo ou aqueles que, de alguma forma, forneceram meios para que eu pudesse concluir a mesma.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus que sempre me acompanhou pelo desenvolvimento desse trabalho dando-me força e coragem para superar todos os desafios encontrados ao longo do percurso. Ele sempre soube colocar pessoas certas nos momentos certos em meu caminho, capazes de me auxiliar tanto nessa jornada, como em todo o decorrer da minha vida.

Agradeço à minha mãe Maura que sempre me incentivou nos estudos e soube como conciliar seu tempo, mesmo que curto, para me dar atenção, amor e educação. Ao meu falecido pai Benício, que foi mais que um pai, um grande amigo que perdi há alguns anos atrás. Tenho certeza que ele está presente em meu coração, em minha mente. A minha tia Vera que praticamente me criou desde que nasci e me deu incentivo ao longo de todo esse tempo.

Agradeço a minha esposa e grande companheira Cátia por todos os momentos que dividimos juntos. Pelo companheirismo, pela paciência, pela amizade, amor e carinho. Sem ela esse trabalho e minha vida não seriam completos.

Agradeço imensamente ao Professor José Luis Braga por acreditar em mim, me dar a oportunidade de ser seu orientado e de realizar mais um grande sonho. Além de orientador, ele é um grande amigo, um pai, que sempre me conduziu na direção certa.

Aos meus conselheiros Alcione de Paiva Oliveira e André Gustavo dos Santos pelo auxílio e contribuição no trabalho.

A professora Liziane Santos Soares pelas revisões, sugestões no texto, nos artigos e no protótipo gerado com esse trabalho.

A todos os professores do Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, por toda formação e conhecimento que recebi. Tudo que aprendi com eles não foi só

o ensinamento, mas sim todo um processo de conhecimento e crescimento profissional para toda vida.

Ao secretário da Pós-graduação Altino Alves de Souza Filho pelo apoio e por estar sempre disponível para resolver os problemas burocráticos.

A todos os colegas do mestrado que conviveram comigo, me incentivaram, ajudaram e contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho. Um agradecimento especial ao Alexandre Romanelli e ao Glauber Costa, companheiros inseparáveis de estudo.

Agradeço também a todos os familiares que contribuíram de alguma forma nessa jornada.

Ao Instituto Metodista Granbery, em especial a Sra. Magda Vargas Chifarelli, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos, aqui não em ordem de prioridade, pois todos foram importantes, mas sim alfabética Adair de Menezes Júnior, Geraldo Afonso da Cruz e Leandro Rubiale.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa.

BIOGRAFIA

RONNEY MOREIRA DE CASTRO, filho de Benício Pacheco de Castro e Maura Moreira de Castro, brasileiro nascido em 12 de agosto de 1974 na cidade de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais.

Estudou desde 1981 no Colégio Santa Catarina concluindo o 2º ano científico em 1990. Em seguida, mudou de instituição para o Colégio Tiradentes onde concluiu o 3º ano científico no ano de 1991. Em 1995 foi aprovado no vestibular de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e estudou até o segundo período. Em 1998 e 1999 cursou o Técnico em Eletrônica Industrial no SENAI, local onde descobriu a sua verdadeira vocação para Computação. No ano de 1999, ingressou no curso de graduação em Tecnologia em Processamento de Dados do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (CES-JF), tendo concluído o mesmo em dezembro de 2002. Em 2003 iniciou a especialização em Ciência da Computação da UFV, curso concluído em 2004. Em 2010 foi aceito na seleção do programa de Mestrado em Ciência da Computação da UFV, defendendo sua dissertação em junho de 2012.

Atua no mercado de computação há treze anos e já trabalhou como profissional de TI em diversas empresas. Atualmente é Analista de Sistemas e DBA da Prefeitura de Juiz de Fora. Atua também, como Professor Titular no curso de Sistemas de Informação do Instituto Metodista Granbery desde 2008, onde é responsável por três cadeiras.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | O cenário das empresas no Brasil e no mundo | 2 |
| 1.2 | As micro e pequenas empresas no Brasil..... | 4 |
| 1.3 | Objetivos | 8 |
| 1.4 | Metodologia | 9 |
| 1.5 | Organização do documento | 12 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1 | Processo e desenvolvimento de software..... | 13 |
| 2.2 | Composição das boas práticas | 15 |
| 2.3 | Melhoria do processo e boas práticas | 19 |
| 2.4 | Sistemas baseados em conhecimento | 19 |
| 2.5 | Trabalhos correlatos..... | 21 |
| 3 | SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO DE BOAS PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE | 23 |
| 3.1 | Seleção das Práticas Baseado no Perfil Técnico do Ambiente | 23 |
| 3.2 | Sistema Baseado em Conhecimento | 27 |
| 3.2.1 | Parâmetros de entrada..... | 27 |
| 3.2.2 | Regras de decisão | 28 |
| 3.2.3 | Exceções nas regras de decisão | 33 |
| 4 | PROTÓTIPO DE UM SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO PARA INDICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE ... | 58 |
| 4.1 | A Escolha das Ferramentas | 58 |
| 4.2 | Funcionalidades do protótipo..... | 59 |
| 4.3 | Aumentando a Base de Boas Práticas e o Número de Regras | 64 |
| 4.3.1 | Aumentando o número de regras..... | 65 |
| 5 | EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO | 66 |
| 5.1 | Empresa 1 | 66 |
| 5.2 | Empresa 2 | 71 |
| 6 | CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS | 78 |
| 6.1 | Trabalhos futuros | 79 |
| | APÊNDICE A | 81 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 93 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Crescimento de software no Brasil | 3 |
| Figura 1.2. Software e serviços no Mundo | 4 |
| Figura 1.3. Representação do sistema baseado em conhecimento a ser implementado. | 9 |
| Figura 1.4. Apresentação do fluxo de atividades do trabalho. | 11 |
| Figura 2.1. Fatores que levam MPEs a não adotarem padrões. | 15 |
| Figura 2.2. Gráfico polar de um perfil de uma empresa com cinco fatores críticos. | 16 |
| Figura 2.3. Relacionamentos entre os parâmetros de avaliação de processos. | 17 |
| Figura 2.4. Gráfico polar com sete eixos do perfil de complexidade ao ambiente de uma empresa. | 18 |
| Figura 3.1. Quadrantes de complexidade e variação dos projetos de software com suas respectivas características. | 24 |
| Figura 3.2. Quatro quadrantes de complexidade do ambiente. | 25 |
| Figura 3.3. Caráter cumulativo entre as práticas. | 26 |
| Figura 3.4. Representação do sistema baseado em conhecimento a ser implementado. | 27 |
| Figura 3.5. Sequência de execução das regras. | 33 |
| Figura 3.6. Situação mínima dos eixos do gráfico polar (Complexidade Baixa). | 39 |
| Figura 3.7. Situação máxima dos eixos do gráfico polar (Complexidade Alta). | 40 |
| Figura 4.1. Tela de cadastro de usuários. | 59 |
| Figura 4.2. Tela de cadastro de empresas. | 60 |
| Figura 4.3. Tela de cadastro de perfis. | 60 |
| Figura 4.4. Tela de listagem de perfis. | 61 |
| Figura 4.5. Tela de questões sobre o perfil da empresa. | 62 |
| Figura 4.6. Tela com a lista de boas práticas para o perfil da empresa. | 62 |
| Figura 4.7. Tela com a lista de boas práticas selecionadas para o perfil da empresa. | 63 |
| Figura 4.8. Relatório gerado com a lista de boas práticas selecionadas para o perfil da empresa. | 64 |
| Figura 5.1. Tela do Protótipo com os valores um perfil da empresa Jungle Digital Games. ... | 67 |
| Figura 5.2. Gráfico polar com sete eixos com um perfil da Jungle Digital Games. | 67 |
| Figura 5.3. Tela com a lista de questões apresentadas ao usuário com um perfil da empresa Jungle Digital Games. | 68 |
| Figura 5.4. Tela com a lista de boas práticas recomendadas para um perfil da empresa Jungle. | 69 |
| Figura 5.5. Tela do Protótipo com os valores para um perfil da empresa Cientec. | 72 |
| Figura 5.6. Gráfico polar com sete eixos para um perfil da empresa Cientec. | 72 |
| Figura 5.8. Tela com a lista de boas práticas recomendadas para um perfil da empresa Cientec. | 74 |
| Figura 5.9. Relatório com a lista de boas práticas selecionadas para um perfil da empresa Cientec. | 76 |
| Figura A1. Caráter cumulativo entre as questões. | 88 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Caracterização das MPEs segundo receita bruta anual. | 5 |
| Tabela 2: Caracterização das MPEs segundo receita bruta anual. | 6 |
| Tabela 3: Diferenças entre pequenas e grandes empresas. | 6 |
| Tabela 4: Sete eixos e sua classificação. | 18 |
| Tabela 5: Trabalhos correlatos. | 22 |
| Tabela 6: Valores para o eixo Escala. | 34 |
| Tabela 7: Valores para o eixo Dinamismo. | 35 |
| Tabela 8: Valores para o eixo Criticalidade/Flexibilidade. | 35 |
| Tabela 9: Valores para o eixo Cultura/Maturidade em Processo. | 36 |
| Tabela 10: Valores para o eixo Previsibilidade Arquitetural. | 37 |
| Tabela 11: Valores para o eixo Experiência no Domínio. | 38 |
| Tabela 12: Valores para o eixo Competência Pessoal. | 38 |
| Tabela 13: Eixo Dinamismo (gerencial) com valor intermediário. | 40 |
| Tabela 14: Eixo Previsibilidade Arquitetural (técnico) com valor intermediário. | 41 |
| Tabela 15: Eixo Escala com valor intermediário e dois eixos (1 gerencial e 1 técnico) com valor intermediário. | 42 |
| Tabela 16: Eixo Escala com valor máximo e três eixos (1 gerencial e 2 técnicos) com valor intermediário. | 42 |
| Tabela 17: Algumas pontuações possíveis para o perfil Complexidade Alta do Ambiente. | 43 |
| Tabela 18: Todos os eixos com pontuação baixa. | 45 |
| Tabela 19: Eixo Escala com valor mínimo, 1 eixo (gerencial) com valor máximo e 1 eixo (gerencial) com valor intermediário. | 46 |
| Tabela 20: Eixo Escala com valor intermediário e um dos eixos com valor máximo. | 46 |
| Tabela 21: Eixo Escala com valor intermediário e dois eixos com valor intermediário. | 46 |
| Tabela 22: Eixo Escala com valor máximo, um dos eixos com valor intermediário e os demais eixos com valor mínimo. | 47 |
| Tabela 23: Algumas pontuações possíveis para o perfil Complexidade Baixa do Ambiente. | 47 |
| Tabela 24: Algumas pontuações possíveis para o perfil Complexidade Média Gerencial do Ambiente e Complexidade Média Técnica do Ambiente. | 48 |
| Tabela 25: Algumas pontuações possíveis em que o perfil Complexidade Média Gerencial do Ambiente possui a mesma pontuação do perfil Complexidade Média Técnica do Ambiente. | 50 |
| Tabela 26: Diferenças no esforço envolvido em projetos pequenos e grandes/complexos. | 51 |
| Tabela 27: Prioridades no Fluxo de Trabalho. | 51 |
| Tabela 28: Prioridades no Fluxo de Trabalho e Eixos Associados. | 52 |
| Tabela 29: Prioridades no Fluxo de Trabalho e seus Pesos. | 52 |
| Tabela 30. Valores dos eixos para um perfil da empresa Jungle Digital Games. | 66 |
| Tabela 31. Valores das respostas para um perfil da empresa Jungle Digital Games. | 69 |
| Tabela 32. Boas práticas propostas para o quadrante CMT. | 70 |
| Tabela 33. Valores dos eixos para um perfil da empresa Cientec. | 71 |
| Tabela 34. Valores das respostas para um perfil da empresa Cientec. | 74 |
| Tabela 35. Boas práticas propostas para o quadrante CMG. | 75 |
| Tabela 36. Relação entre as primitivas do processo e o fator Escala. | 82 |

| | |
|--|----|
| Tabela 37. Relação entre as primitivas do processo e o fator Dinamismo | 83 |
|--|----|

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABES – Associação Brasileira das Empresas de Software
- BLIP - *Business Logic Integration Platform* – Plataforma de Integração de Negócios Lógicos
- BRMS - *Business Rules Management System* - Sistema de Gestão de Negócios para Regras
- CMM - *Capability Maturity Model* - Modelo de Capacidade e Maturidade
- CMMI - *Capability Maturity Model Integration* - Integração de Modelos de Maturidade da Capacidade para Desenvolvimento
- CMMI-SE/SWSM - *Capability Maturity Model Integration for Systems Engineering/Software Engineering*
- ES – *Expert System* – Sistema especialista
- ESS – *Expert Systems Shells*
- GQM – *Goal Question Metric*
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDE - *Integrated Development Environment* - Ambiente Integrado para Desenvolvimento de Software
- IPEDU - *Unified Process for EDUcation*
- ISO/IEC - *International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission*
- KB - *Knowledge Base* – Base de Conhecimento
- KBS – *Knowledge-base Systems* – Sistemas Baseados em Conhecimento
- MA – Métodos Ágeis
- MDP – Métodos Dirigidos por Planejamento
- MH – Métodos Híbridos
- MPEs – Micro e pequenas Empresas
- MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro
- PIB – Produto Interno Bruto
- POJO – *Plan Old Java Objects* - Velho e Simples Objeto Java
- PSP – *Personal Software Process*

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SLOC - *Source Lines of Code*

SEI – *Software Engineering Institute*

TSP – *Team Software Process*

RUP – *Rational Unified Process*

XP – *Extreme Programming*

RESUMO

CASTRO, Ronney Moreira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2012. **Seleção de boas práticas de desenvolvimento de software em micro e pequenas empresas: uma abordagem utilizando sistemas baseados em conhecimento.** Orientador: José Luis Braga. Coorientadores: Alcione de Paiva Oliveira e André Gustavo dos Santos.

O mundo de hoje está se tornando cada vez mais dependente da tecnologia e dos sistemas computacionais. Muitas organizações estão voltando sua atenção para esse fato diante de um mercado altamente competitivo buscando soluções capazes de auxiliar, automatizar e melhorar seus processos. A qualidade de seus produtos passa a ser um fator diferenciador e está diretamente associada a esses processos. Dessa forma, o software passa então a ter um papel de grande importância no que se refere à competitividade e ao crescimento de uma organização. O desenvolvimento de software está diretamente relacionado à Engenharia de Software. São muitas técnicas e práticas, porém a escolha da melhor metodologia de desenvolvimento deve ser feita de forma a não comprometer todo o trabalho e com a máxima qualidade. Nesse cenário estão incluídas as micro e pequenas empresas desenvolvedoras de software, que enfrentam vários problemas, desde a falta de pessoal capacitado, até mesmo recursos financeiros escassos para investimentos em metodologias e treinamento. Um dos fatores que apresenta maior importância e tende a ser o maior dos problemas nesses tipos de empresas é, com certeza, a falta de políticas que possam auxiliar a melhoria dos processos de desenvolvimento. Este trabalho apresenta a construção de um sistema baseado em conhecimento (KBS) que, baseado em informações sobre o perfil de complexidade do ambiente, é capaz de sugerir um conjunto de boas práticas de desenvolvimento de software para micro e pequenas empresas. Para atingir o objetivo, o sistema deverá ter como entrada, valores referentes à classificação de sete fatores de complexidade do ambiente. Além disso, o sistema deverá possuir uma base de boas práticas de engenharia de software e um conjunto de regras que serão responsáveis por determinar quais dessas práticas serão indicadas para aquela organização. O trabalho apresenta também dois estudos de casos nos quais a metodologia descrita foi aplicada com o objetivo de analisar se os resultados obtidos foram satisfatórios.

ABSTRACT

CASTRO, Ronney Moreira de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2012. **Selection of good software development in micro and small enterprises: an approach using knowledge-based systems.** Adviser: José Luis Braga. Co-Advisers: Alcione de Paiva Oliveira and André Gustavo dos Santos.

The today world is becoming increasingly dependent on technology and computing systems. Many organizations are focusing their attention to this fact facing a highly competitive market seeking for solutions that can help automate and improve their processes. The quality of their products becomes a differentiating factor and is directly associated with these processes. Thus, the software then proceeds to have a major role regarding competitiveness and growth of an organization. Software development is directly related to Software Engineering. There are many techniques and practices, but the best choice of development methodology should be made so as not to compromise all the work and with the highest quality. In this scenario the micro and small software development companies are included, facing various problems, from lack of trained personnel even scarce financial resources for investment in training and methodologies. One factor that has greater importance and tends to be the biggest problems of these types of companies is the lack of policies that can help improve the development processes. This work presents the construction of a knowledge-based system (KBS) that, based on information about the profile of the complexity of the environment, is able to suggest a set of good practices in software development for micro and small enterprises. To achieve the goal, the system must have values for the classification of the seven factors of complexity of the environment as input. In addition, the system must have a good base engineering practices and a set of rules that will be responsible for determining which of this practices will be given to that organization. The work also presents two study cases in which the approach was applied in order to analyze whether the results were satisfactory.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade vem contribuindo para diversos avanços em vários ramos da ciência. Muitas são as descobertas e evoluções que têm tornado a vida da população cada dia mais diferente, facilitando cada vez mais as tarefas cotidianas.

Em se tratando de tecnologia, em especial a área de tecnologia da informação, o avanço foi imenso. Quem poderia dizer alguns anos atrás, que os computadores pudessem chegar ao nível que estão hoje? Além disso, é importante frisar que esta evolução tem a tendência de continuar por muitos anos. Mas nada disso seria possível se o software não se desenvolvesse aliado à evolução dos computadores. Na verdade o avanço da ciência necessitou que o produto mais importante de nossa era, a informação, fosse tratado de forma diferenciada. O software é capaz de transformar dados em geral, como por exemplo, transações financeiras, em informações úteis para um determinado contexto.

Mais ou menos cinquenta anos atrás, muitas pessoas pensaram que o software não iria se tornar indispensável, como é hoje, para negócios, ciência, engenharia e pudesse até mesmo ser capaz de viabilizar a criação de novas tecnologias, como, por exemplo, a engenharia genética e a bioinformática. O software também foi responsável por mudanças radicais em alguns ramos mais antigos, como na indústria gráfica, por exemplo. Pode-se dizer que ele foi a força motriz que impulsionou a revolução do computador pessoal. Ninguém poderia prever que as mais diversas áreas, tais como transportes, medicina, entretenimento, militar, etc., teriam que incorporar o software como aliado às suas funções (PRESSMAN, 2011).

A queda nos preços do *hardware* vem influenciando de forma direta o uso dos computadores pela população em geral. Muitas são as necessidades e vários os softwares capazes de auxiliar nas tarefas mais comuns e nas mais específicas. Existem aplicativos para diversas funcionalidades, desde as mais simples, como planilhas eletrônicas, editores de texto, editores gráficos para tratamento de imagens, automação comercial, até aplicações mais complexas, como controle de equipamentos médicos, controle de tráfego aéreo, entre outras.

Hoje em dia, a maioria dos produtos ou serviços utilizados pelo homem tem embutido ou utiliza um software em algum momento, ou seja, ele tem desempenhado um papel importante na vida cotidiana da sociedade e se tornado um fator diferenciador no que se refere

ao crescimento ou competitividade de uma organização. Dessa forma, ele pode ser considerado um elemento de vital importância tanto no âmbito organizacional como no âmbito econômico. Para Pressman (2011), o software já está incorporado em praticamente todos os aspectos da vida das pessoas, e muitas delas estão demasiadamente interessadas nos recursos e funções oferecidas por determinada aplicação. Muitos indivíduos, negócios e até mesmo governos dependem cada vez mais do software para a tomada de decisões estratégicas e táticas. Uma falha em um software pode fazer com que ocorram pequenos e até mesmo grandes inconvenientes gerando desde problemas organizacionais a prejuízos financeiros ou de vidas humanas. Laport et al. (2008) especifica que a capacidade de uma organização para competir, adaptar e sobreviver depende cada vez mais do software.

A Engenharia de Software é a área da Ciência da Computação mais diretamente associada ao processo efetivo de desenvolvimento de software, que pode ser definido, segundo Fugetta (2000), como sendo um conjunto de políticas, estruturas organizacionais, tecnologias, atividades, procedimentos e artefatos necessários para conceber, desenvolver, implantar e manter um produto de software. Sommerville (2007) define Engenharia de Software como uma disciplina da engenharia que engloba aspectos da produção de software, desde os estágios iniciais de especificação do sistema até a manutenção do mesmo, depois de implantado.

Para garantir a qualidade de seus produtos e atender às demandas de um mercado consumidor cada vez mais exigente, as organizações necessitam melhorar a qualidade de suas práticas e processos de desenvolvimento de software. O uso de processos não é uma solução definitiva para todos os problemas relacionados ao desenvolvimento de software, mas há evidências de que ele pode contribuir positivamente no que diz respeito à qualidade e já se mostrou efetivo em outros campos como na engenharia e na indústria automobilística. Segundo Davis (2008), o exemplo clássico de como o uso de processos pode contribuir para diminuir os custos e prover uma melhoria da produção é o de Henry Ford, e suas linhas de produção para o Ford T. Ideias semelhantes podem ser atribuídas a Frederick Winslow Taylor (Taylor, 1960), e continuam influenciando organizações até os dias de hoje.

1.1 O cenário das empresas no Brasil e no mundo

A economia mundial passou por momentos difíceis em 2008, porém o impacto no Brasil não foi grande. O produto interno bruto - PIB, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentou uma expansão de 5,2% em relação ao ano anterior (2007), alcançando R\$ 3.032 bilhões.

O mercado brasileiro de software e serviços se manteve na 12ª posição em relação ao restante do mundo, movimentando cerca de 15 bilhões de dólares, o que equivale a 0,96% do PIB de 2008. Desse total, 5 bilhões de dólares foram movimentados com software e o restante em serviços relacionados. Naquele ano, os programas de computador representaram 32,5% do mercado brasileiro de software, uma participação um pouco menor que no ano anterior (2007). Mesmo assim a tendência de crescimento desse setor manteve-se efetiva desde 2004, quando o índice de participação era de 27% (ABES, 2009). Em 2009, o cenário se manteve praticamente estável para o setor de TI, que alcançou um crescimento de cerca de 4%. O setor de software e serviços cresceu em 2,4%, mas em relação ao mercado mundial, o aumento foi discreto, cerca de 0,89% (ABES, 2010). Em 2010, o crescimento foi da ordem de 21,3%. A quantidade de programas de computador desenvolvidos no país chegou ao patamar de 35% do mercado brasileiro de software, porém comparando com o mercado mundial o aumento foi extremamente modesto, com o índice de 0,5% (ABES, 2011). A figura 1.1 ilustra o crescimento do software no Brasil.

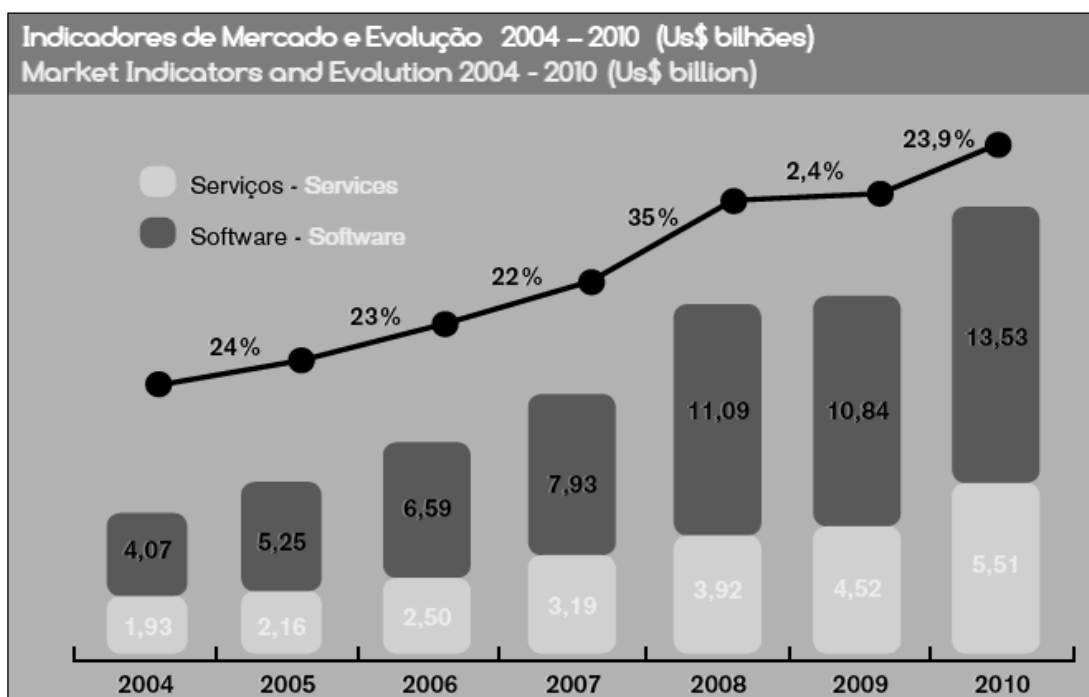


Figura 1.1. Crescimento de software no Brasil.

Fonte: (ABES, 2011)

No âmbito mundial, a situação do Brasil é diferente. No ano de 2010 foram movimentados U\$ 884,5 bilhões e o Brasil foi responsável por U\$ 17,3 bilhões, ocupando a 11ª posição no ranking mundial, uma melhora em relação à 15ª posição ocupada em 2004.

Mesmo com o crescimento e melhora no ranking de países, de acordo com dados da ABES, 70% do software utilizado no país é importado. Dessa forma, a produção de software nacional, comparada a de países emergentes, como a China e a Índia, possui um índice muito baixo.

A figura 1.2 ilustra o comportamento das empresas do mundo em relação ao mercado de software e serviços.

| País Country | Volume (Us\$ Bilhões) Market (Us\$ Billion) | Participação Share | 10/09 |
|------------------------|--|-----------------------|----------|
| EUA (USA) | 359,2 | 40,6% | ▲ |
| Japão (Japan) | 76,9 | 8,7% | ▲ |
| UK (UK) | 65,4 | 7,4% | ▼ |
| Alemanha (Germany) | 58,0 | 6,5% | ▼ |
| França (France) | 45,6 | 5,2% | ▼ |
| Canadá (Canada) | 23,8 | 2,7% | ▼ |
| Itália (Italy) | 21,0 | 2,4% | ▼ |
| Holanda (Netherlands) | 18,4 | 2,1% | ▼ |
| China (China) | 17,7 | 2,0% | ▲ |
| Espanha (Spain) | 17,5 | 2,0% | ▼ |
| Brasil (Brazil) | 17,3 | 1,9% | ▲ |
| Austrália (Australia) | 16,2 | 1,8% | ▼ |
| Suíça (Switzerland) | 10,9 | 1,2% | ■ |
| Suécia (Sweden) | 10,1 | 1,1% | ▼ |
| Índia (India) | 9,7 | 1,1% | ▲ |
| ROW (Rest of World) | 115,9 | 13,1% | ▼ |
| Total (Total) | 884,5 | 100% | +0,44% |

Figura 1.2. Software e serviços no Mundo.

Fonte: Adaptado de (ABES, 2011)

Existem no mercado brasileiro hoje, cerca de 8.520 empresas envolvidas com desenvolvimento, produção e distribuição de software e prestação de serviços, sendo que 94% são classificadas como micro e pequenas empresas. A maior parte delas está relacionada a área de indústria e finanças, seguido por serviços, agroindústria, comércio e governo. Este último apresentou a maior variação nos investimentos, cerca de 27% (ABES, 2011).

1.2 As micro e pequenas empresas no Brasil

No contexto descrito, estão as Micro e Pequenas Empresas (MPEs). Para Laporte et al. (2008) essas empresas podem ser definidas como “qualquer serviço de TI, organização e projeto que possua de 1 a 25 empregados”. No mercado atual, essas organizações têm

ocupado uma posição de destaque. Na Europa, por exemplo, 85% das companhias do setor de TI possuem entre 1 a 10 empregados, no Canadá 78% possuem menos que 25 funcionários (LAPORTE ET AL., 2008).

No Brasil são muitos os conceitos que definem as MPEs. Em sua grande maioria eles se restringem ao número de empregados e ao faturamento bruto anual. A lei 9.841 de 05 de outubro de 1999 instituiu o “Estatuto da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte”, dispondo sobre o tratamento jurídico diferenciado, simplificado e favorecido previsto nos arts. 170 e 179 da Constituição Federal (1998). Esta lei foi revogada pela lei complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, sofrendo alterações significativas em questão de valores em relação à Lei 9.841 (05/10/99) Art.2º I, II e a Lei 5.028 (01/04/05) Art.1º I, II. Para diferenciação de microempresas e empresas de pequeno porte, o referencial tomado é a receita bruta anual, cujos valores podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização das MPEs segundo receita bruta anual.

| Tipo | Receita Bruta Anual |
|--------------------------|---|
| Microempresa | Igual ou inferior a R\$ 240.000,00 (duzentos e quarenta mil reais) |
| Empresa de Pequeno Porte | Superior a R\$ 240.000,00 (duzentos e quarenta mil reais) e igual ou inferior a R\$ 2.400.000,00 (dois milhões e quatrocentos mil reais). |

Fonte: (Brasil, 1999) e (Brasil, 2006)

Recentemente o Projeto de Lei Complementar 77/2011 que prevê, entre outras mudanças, o reajuste de 50%, nas tabelas de enquadramento das micro e pequenas empresas no Simples Nacional (Supersimples) a partir de 1º de janeiro de 2012, foi sancionado sem alterações pela presidente no dia 10 de novembro de 2011. Com esse reajuste, os valores da receita bruta anual foram alterados. A tabela 2 ilustra os novos valores.

Tabela 2: Caracterização das MPEs segundo receita bruta anual.

| Tipo | Receita Bruta Anual |
|--------------------------|--|
| Microempresa | Igual ou inferior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) |
| Empresa de Pequeno Porte | Superior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) e igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00 (três milhões e seiscentos mil reais). |

Fonte: (Brasil, 2011)

As MPEs são economicamente vulneráveis, movidas geralmente por fluxo de caixa e dependem exclusivamente dos lucros de seus projetos. Dessa forma, elas precisam executá-los dentro de um orçamento e por este motivo ficam sujeitas a impactos como a falta de recursos para realizar correções, manutenções pós-entrega, falta de fundos para investimentos em formação e garantia da qualidade de seus produtos (LAPORTE ET AL., 2008). Outros fatores que influenciam diretamente a vulnerabilidade são a inexistência de processos organizados, recursos humanos escassos, falta de políticas que possam auxiliar a melhoria dos processos de desenvolvimento. Algumas diferenças entre as pequenas e grandes empresas podem ser visualizadas na tabela 3.

Tabela 3: Diferenças entre pequenas e grandes empresas.

| Característica | Pequenas Empresas | Grandes Empresas |
|--|--------------------------------|--|
| Orientação do planejamento | Desestruturado/Operacional | Estruturado/Estratégico |
| Flexibilidade | Alta | Estruturada/Estratégica |
| Orientação de risco | Alta | Média |
| Processo de gestão | Informal | Pequeno |
| Aprendizagem e conhecimento/ Capacidade de absorção | Limitado | Alto |
| Impacto de efeitos negativos do mercado | Mais profundo | Mais gerenciável |
| Vantagem competitiva | Centralizado no capital humano | Centralizado no capital organizacional |

Fonte: Adaptado de Laport et al. (2008)

As MPEs necessitam saber lidar com essas várias dificuldades presentes em sua realidade. Atualmente existem muitas técnicas de desenvolvimento de software e uma grande necessidade dessas empresas de melhorar seus processos objetivando a qualidade de seus produtos e serviços. Existem metodologias específicas para cada tipo de projeto e com elas o seu risco de adoção. Entre as metodologias podemos destacar (SOARES, 2007):

- Os Métodos Dirigidos Por Planejamento (MDP), amplamente utilizados na indústria de software, porém mais voltados a problemas onde os requisitos são mais estáveis. Estes métodos permitem uma maior previsibilidade, estabilidade e garantia sobre o produto gerado (Boehm and Turner, 2004a). São exemplos de MDP: *Personal Software Process* (PSP) (HUMPHREY, 2000a), *Team Software Process* (TSP) (HUMPHREY, 2000b) e *Rational Unified Process* (RUP) (KRUCHTEN, 2004).
- Os Métodos Ágeis (MA) onde deve existir uma ampla comunicação entre os membros da equipe, ou seja, uma troca de informações constante. São baseados em princípios definidos em um manifesto elaborado por um grupo conhecido como *Agile Software Development Alliance* (Alliance, 2001). A princípio são mais indicados em problemas onde os requisitos não são muito estáveis, exigindo muitas alterações. São exemplos de MA: eXtreme Programming (XP) (BECK, 2000), Crystal (COCKBURN, 2000) e Scrum (AMBLER, 2002; METHODS, 2007).
- Os Métodos Híbridos (MH), que são uma combinação entre os MDP e os MA. Indicados onde os MA e os MDP não podem ser utilizados isoladamente.

Diante deste cenário, as MPEs devem compreender a necessidade em investir na adoção de práticas que levem à melhoria da qualidade do software produzido, sendo a adoção de processos de desenvolvimento de software uma das alternativas possíveis. Para isso elas necessitam elaborar uma análise do mercado, dos riscos envolvidos na adoção dos processos e principalmente das perspectivas de retorno do investimento a ser feito. Alternativas à adoção de processos mais viáveis economicamente como, por exemplo, a adoção gradual de boas práticas de desenvolvimento que possam levar, em um tempo futuro, a níveis de maturidade em processos de desenvolvimento, devem ser levadas em conta. Essa tende a ser uma alternativa viável economicamente para as MPEs, e a seleção e o sequenciamento adequados das boas práticas a serem adotadas passam a ser o problema: quais as boas práticas de desenvolvimento de software, fundamentadas em modelos já conhecidos como CMMI-SE/SWSM (CMMI, 2010) (CMU, 2001) e a ISO/IEC 15504-5 (ISSO/IEC, 1998) (ISO/IEC 15504, 2003), devem ser adotadas? Para uma escolha mais segura, é importante conhecer o

perfil técnico da empresa e, a partir dele, chegar às boas práticas que podem ser implantadas e que possivelmente permitirão uma melhoria gradativa na qualidade de produção do software.

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é apresentar e discutir um sistema baseado em conhecimento que, de posse do perfil de uma empresa desenvolvedora de software, a classifique adequadamente em quadrantes de complexidade, e a partir de um refinamento desta classificação, proponha para a empresa um conjunto de boas práticas a serem adotadas, compatíveis com o perfil e o quadrante onde foram classificadas.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- A partir de uma base de boas práticas de desenvolvimento de software organizadas na forma de catálogos, conforme descritas por Leal (2009) e utilizadas por Satler (2010), criar um conjunto de regras para estabelecer uma indicação de quais dessas práticas serão as mais adequadas para aplicação em uma determinada MPE. A figura 1.3 representa as boas práticas como “Dados Históricos”;
- Apresentar um sistema baseado em conhecimento que terá como entrada o perfil específico da MPE e trará como saída as boas práticas que podem ser utilizadas, visando a melhoria da qualidade do processo de desenvolvimento de software da empresa, conforme pode ser visualizado na figura 1.3;
- Implementar um protótipo do sistema baseado em conhecimento que será utilizado como um laboratório para testes com perfis de MPEs;
- Testar a aplicabilidade do protótipo em empresas piloto para que seja estabelecida uma base de dados através dos resultados obtidos com aplicação das regras;
- Estabelecer conclusões a partir dos resultados obtidos nos testes do protótipo a ser implementado;
- Verificar se o sistema a ser implementado poderá ser utilizado como uma ferramenta para apoiar os gerentes na tomada de decisão sobre as escolhas de boas práticas de engenharia de software em MPEs.

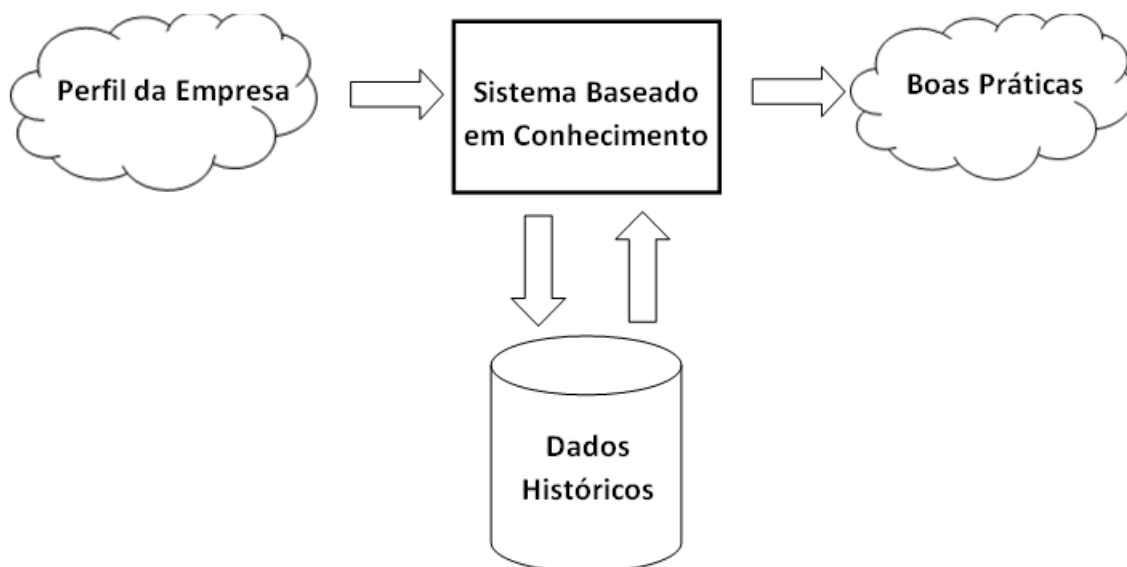


Figura 1.3. Representação do sistema baseado em conhecimento a ser implementado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

1.4 Metodologia

A realização deste trabalho foi composta de atividades como é demonstrado na figura 1.4 que podem ser descritas como:

1. Atividade 1 : Estudo específico da aplicação de uma abordagem GQM (Basili et al., 1994), proposta por Soares (2007), utilizada na definição dos requisitos necessários ao delineamento de um perfil da equipe derivados dos fatores de riscos e do contexto de desenvolvimento que caracterizam a mesma. Além disso, foi feita uma investigação no trabalho de Leal (2009) sobre a estrutura da taxonomia de boas práticas e no trabalho de Satler (2011) que demonstra uma derivação do trabalho de Leal (2009) e ilustra o processo de composição de uma base de boas práticas de engenharia de software que seriam indicadas para MPEs.
2. Atividade 2 : Investigação no trabalho de Satler (2011) sobre a composição das boas práticas de desenvolvimento de software. Estudo dos cinco fatores críticos utilizados para determinar o risco de adoção de MA ou MDP em projetos de software descritos em (Boehm and Turner, 2004a apud Soares, 2007) e dos seis fatores discriminantes de customização de processo definidos por Royce (1998). Feita uma análise de como foi descrita a junção dos cinco fatores críticos e dos seis fatores discriminantes para estabelecer os sete fatores que serão utilizados para composição do perfil de uma MPE.

3. Atividade 3 : Estudo dos quatro quadrantes de complexidade, propostos por Royce (1998) e das adaptações nos mesmos estipuladas por Satler (2011).
4. Atividade 4 : Estudo específico sobre sistemas baseados em conhecimento. Seus conceitos e fundamentos, funcionamento, os *expert system Shells*¹(*ess*) mais utilizados. Executados testes em alguns *ess* e estabelecida uma escolha pelo *shell* a ser utilizado, o Drools. Após este processo feito um estudo de funcionamento do Drools para implementação do protótipo que foi gerado com este trabalho;
5. Atividade 5 : Elaboração das regras que serão utilizadas para determinação das boas práticas baseadas em sete fatores obtidos sobre o perfil da empresa. Feita uma investigação na literatura com o objetivo de determinar pontos importantes para estruturação das regras.
6. Atividade 6 : Implementação de um protótipo utilizando *interface web* para executar testes nas regras estabelecidas na atividade anterior. O objetivo dessa atividade vai além de simples testes de ordem local. O Protótipo será utilizado por empresas piloto para execução de testes reais de perfis de empresas.
7. Atividade 7 : Apresentação de resultados obtidos em dois testes executados com o protótipo em perfis de duas MPEs. Feitas conclusões se o sistema a ser implementado será viável para a indicação de boas práticas de desenvolvimento de software com o objetivo de melhorar a qualidade de produção do mesmo.

¹ *expert system shells*: é uma camada entre a interface de usuário e sistema operacional do computador utilizada para gerenciar a entrada e saída de dados e facilitar a criação de uma base de conhecimento (Liao, 2005).

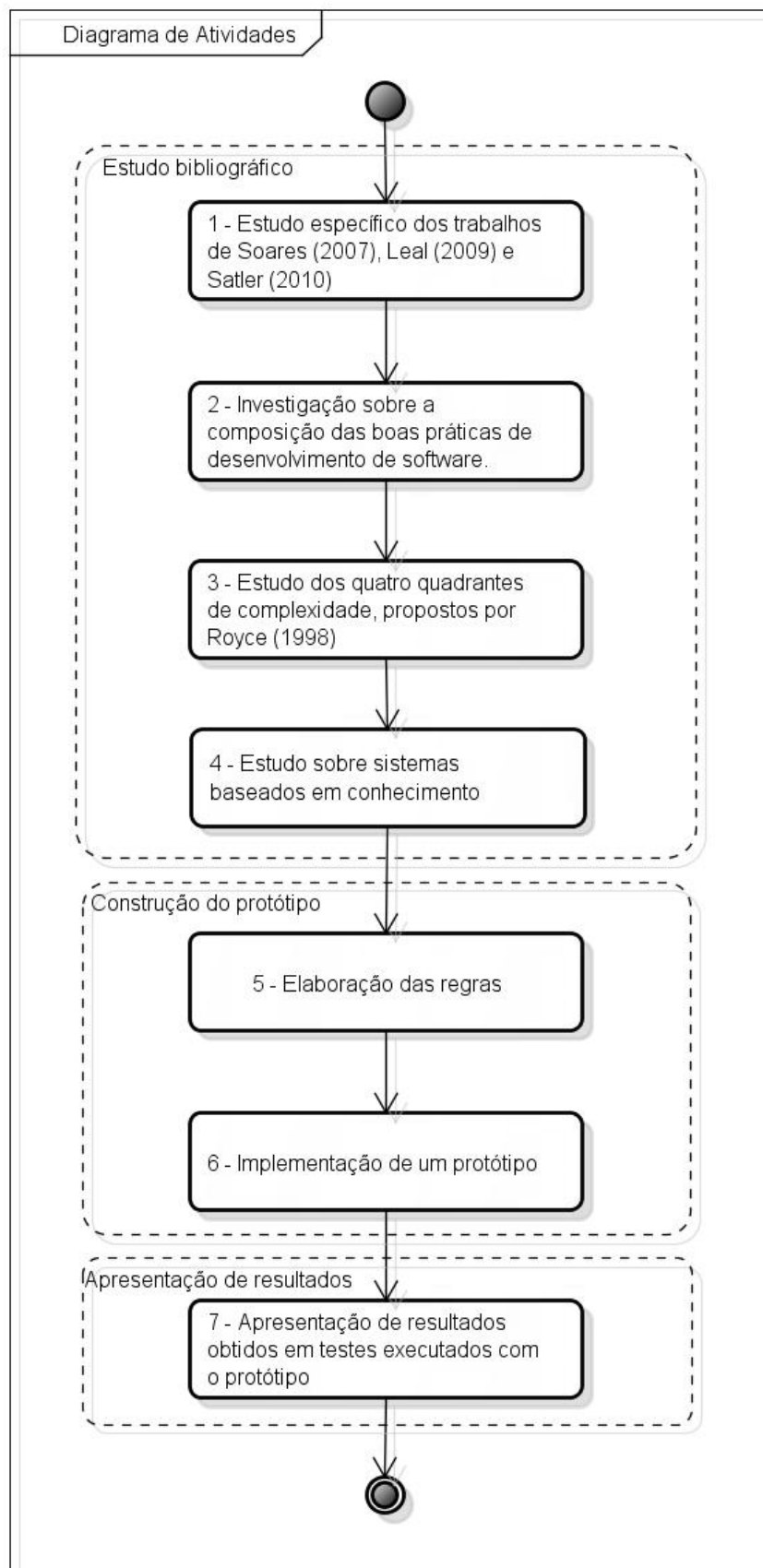


Figura 1.4. Apresentação do fluxo de atividades do trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor.

1.5 Organização do documento

Este trabalho será composto com a seguinte estrutura. No Capítulo 1 é feita uma introdução sobre o problema de desenvolvimento de software em MPEs e são descritos conceitos sobre o cenário dessas empresas no Brasil e no mundo. Além disso, são apresentados os objetivos do trabalho e a metodologia utilizada, demonstrada através das atividades, cujo objetivo é alcançar os resultados esperados.

No Capítulo 2 é feito um levantamento de conceitos importantes relacionados ao trabalho, baseados na literatura. São descritos o método utilizado para a composição das boas práticas, o processo utilizado para a delimitação dos sete fatores que estarão presentes em um gráfico polar contendo sete eixos, uma descrição sobre os sistemas baseados em conhecimento, além de trabalhos correlatos.

O Capítulo 3 descreve a criação de um sistema baseado em conhecimento de boas práticas de desenvolvimento de software. Quais os seus conceitos básicos, parâmetros de entrada, criação, divisão e implementação do conjunto de regras. São detalhados também como o conjunto de práticas foi estabelecido, quais os quadrantes de complexidade e a seleção das práticas baseadas no perfil do ambiente, através do relacionamento dos quadrantes com as primitivas de processo e a lista de características das empresas.

Além disso, é feita uma descrição sobre possíveis problemas encontrados com a criação das regras, tais como, empate na pontuação dos eixos, critérios utilizados para desempate e critérios para ajuste do quadrante estabelecido inicialmente.

O Capítulo 4 detalha a criação do protótipo gerado com o trabalho. Serão descritas as ferramentas utilizadas para sua implementação, além da especificação das principais funcionalidades atribuídas a este protótipo. São descritos também os procedimentos que podem ser utilizados para a criação de novas regras e para inclusão de novas práticas na base do sistema.

O Capítulo 5 descreve dois exemplos, baseados em perfis de MPEs. Cada um dos resultados é analisado com a finalidade de demonstrar que o sistema pode ser utilizado por gerentes de projeto para indicações de boas práticas de desenvolvimento de software.

No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões estabelecidas a partir dos resultados obtidos nos testes e na pesquisa feita com esta dissertação. Além disso, é apresentada uma perspectiva para trabalhos futuros.

Os Apêndices contêm informações complementares que devem ser utilizadas durante a leitura do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo e desenvolvimento de software

A grande maioria das atividades das empresas de hoje é geralmente dirigida por processos. Em seu dia a dia, até as pessoas utilizam processos, mesmo que sejam totalmente *ad-hoc*². Para Filho (2003), processo é uma sequência de passos que deve ser seguida a fim de se atingir uma determinada meta e envolve geralmente uma série de ferramentas e técnicas. Sheer et al. (2006) relata que a ideia de analisar e melhorar os processos foi transferida da indústria da manufatura para outros setores. Gerenciá-los sugere uma verificação detalhada de atividades importantes e recursos da organização, tais como mercado, suas atividades, transações, pessoas, entre outros.

O desenvolvimento propriamente dito de software está relacionado diretamente com o conceito de processo. Pfleeger (2009) aborda que todo processo que envolve a criação de qualquer produto deve ser chamado de ciclo de vida e, dessa forma, o processo de desenvolvimento de software é muitas vezes chamado ciclo de vida do software, pois descreve os passos de um produto de software desde a sua concepção até a sua implementação, entrega, uso e manutenção. Sommerville (2007) também compartilha do mesmo conceito descrevendo que processo de software é uma sequência de passos cujo objetivo é o desenvolvimento, gerenciamento e a manutenção de sistemas. Pressman (2011) relata que o processo de software é um arcabouço para tarefas necessárias para a construção de um software de alta qualidade. Já Filho (2003) faz uma analogia interessante e relata que processo é uma receita a ser seguida.

A Tecnologia do Processo de Software existe desde a década de 80 e foi responsável por uma mudança na forma como os softwares eram tratados na época e, conseqüentemente, um passo importante na direção da melhoria da qualidade através de mecanismos capazes de efetuar o gerenciamento controlado de seu desenvolvimento. Vários conceitos, formalismos, metodologias, ferramentas foram criados com o objetivo de descrever um modelo de processo

² Em Engenharia de Software o termo se refere a ciclos de construção de software ou processos que não foram devidamente projetados em função da necessidade de atender rapidamente uma determinada demanda (Pressman, 2011).

de software que fosse automatizado por um ambiente integrado de desenvolvimento (FEILER, 1993).

Muitas são as linhas de pesquisa que vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos com o objetivo de alcançar a melhoria da qualidade do software e, em sua grande maioria, o foco está relacionado com a melhoria e manutenção dos processos de desenvolvimento. Algumas linhas demonstram uma grande preocupação com métodos para disciplinar o desenvolvimento através de etapas bem definidas, permitindo assim um controle efetivo do processo (SILVA ET AL., 2006).

Existe, dessa forma, uma relação direta entre a qualidade do processo e a qualidade do produto gerado a partir deste. No caso específico, tratado nesse trabalho, a relação direta deve existir entre o processo utilizado para o desenvolvimento de um software e o produto final gerado com ele, que na verdade é o próprio software.

Muitas empresas desenvolvedoras de software buscam hoje a maturidade dos seus processos internos através da adoção de modelos ou frameworks, reconhecidos internacionalmente ou buscando algum tipo de certificação. Laporte et al. (2008) relata uma pesquisa sobre a quantidade de empresas certificadas em relação ao tamanho das mesmas. Menos de 18% das MPEs são certificadas enquanto 53% das grandes corporações (mais de 25 empregados) já são certificadas. Os padrões usados nas grandes empresas pertencem, em geral, a duas famílias de normas: ISO (55%) e modelos do *Software Engineering Institute* (SEI), como o CMMI – *Capability Maturity Model Integration* (47%) (SEI, 2010).

Existem várias razões que explicam os motivos pelos quais as MPEs não fazem uso de normas ou padrões. A figura 2.1 ilustra os fatores. Segundo Laporte et al. (2008), os principais são:

- A falta de recursos (28%);
- As normas não são necessárias (24%);
- Os padrões exigem um alto nível de burocracia, não fornecem instruções adequadas para uso no ambiente de uma MPE e, além disso, são de difícil implantação (48%);

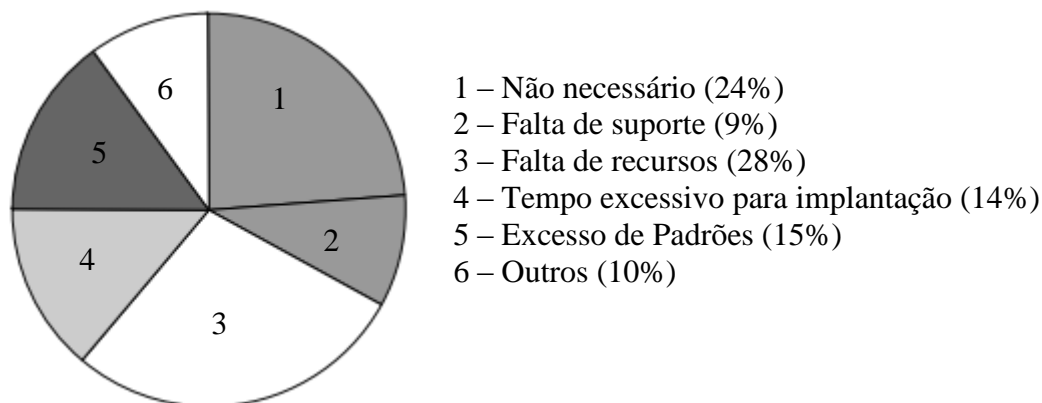


Figura 2.1. Fatores que levam MPEs a não adotarem padrões.

Fonte: Adaptado de Laport et al. (2008),

As MPEs têm uma necessidade de assistência a fim de adotar e implementar normas para uma melhora significativa em seus processos de desenvolvimento. Segundo uma pesquisa relatada no trabalho de Laporte et al. (2008), 74% das MPEs concordam que é muito importante estabelecer uma padronização e que alguns dos benefícios que podem ser alcançados por sua utilização são:

- Aumento da competitividade;
- Maior confiança e satisfação do cliente;
- Maior qualidade nos produtos gerados (softwares);
- Um aumento nos investimentos para a melhoria do processo;
- Uma diminuição nos riscos de desenvolvimento;
- Uma melhora significativa na imagem da empresa para o mercado (*Marketing*);
- Um maior potencial na busca por mercados externos (exportação de software);

Todavia, mais de 62% das MPEs relatam que gostariam de ter mais orientação, através de exemplos e 55% relatam a necessidade de normas mais fáceis de entender, completas e com modelos de implantação. É necessária então a criação de uma padronização ou um conjunto de boas práticas capazes de auxiliar estas empresas na busca pela melhoria em seus processos de desenvolvimento de software.

2.2 Composição das boas práticas

Segundo Cockburn (2000), o método adequado de desenvolvimento é obtido usando como parâmetros duas dimensões básicas: tamanho da equipe e criticalidade do sistema,

sendo que a criticalidade é classificada em quatro níveis referentes ao tipo de perda que um defeito no software pode causar (conforto, financeiro discreto, financeiro essencial, ou vida). Ainda segundo Cockburn (2000), um aumento pequeno no tamanho ou na composição da metodologia adiciona um custo relativamente grande ao projeto.

Boehm e Turner (2004a) estendem os conceitos de Cockburn, estabelecendo cinco fatores para a identificação do perfil de risco das empresas, diante da decisão de adoção de métodos ágeis (MA) ou métodos dirigidos por planejamento (MDP). Os fatores são o dinamismo, cultura, tamanho da equipe, criticalidade e competência pessoal. Eles podem ser representados por meio de um gráfico polar contendo cinco eixos referentes aos cinco fatores, conforme figura 2.2.

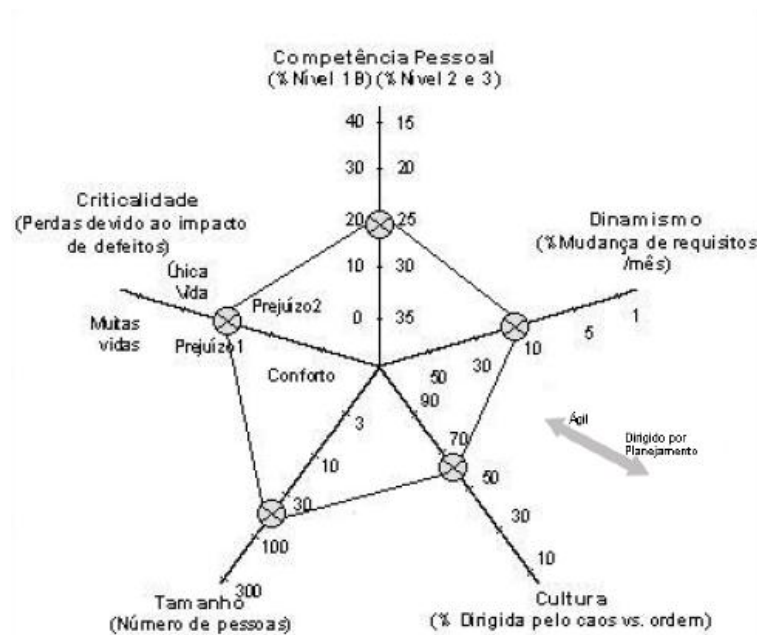


Figura 2.2. Gráfico polar de um perfil de uma empresa com cinco fatores críticos.

Fonte: adaptado de Boehm and Turner

A partir do perfil de uma empresa, determinado com base nas cinco dimensões do gráfico, é possível delimitar uma área do gráfico que seja uma primeira indicação dos riscos de adoção de métodos ágeis ou de métodos dirigidos por planejamento para a customização do processo de software.

Royce (1998) estabeleceu que as maiores variações em processos são determinadas por seis parâmetros:

- Escala: tamanho dos projetos, geralmente medido em linhas de código, pontos de função, número de casos de uso, tamanho da equipe ou valor financeiro;

- Coesão dos *StakeHolders*: os objetivos das partes interessadas devem ser coesos, com isso eles serão comuns tendendo a uma facilidade na comunicação;
- Nível de flexibilidade ou rigor: medida do rigor aplicado, formalidade e liberdade nos contratos e qualidade;
- Maturidade do processo: nível de experiência em processos das organizações permitindo previsibilidade no planejamento e execução de projetos;
- Risco arquitetural: nível de visibilidade técnica proporcionada pelos projetos desenvolvidos antes de sua aplicação em larga escala;
- Experiência no domínio: conhecimento do domínio dos projetos resultante da experiência adquirida pela empresa, gerando arquiteturas aceitáveis com um número mínimo de iterações;

Para se determinar o perfil de complexidade do ambiente, Satler (2010) fez uma investigação de problemas no desenvolvimento de software. Este estudo gerou sete características resultantes da combinação dos cinco fatores críticos definidos por Boehm e Turner (2004a) com os seis fatores discriminantes de customização de processo definidos por Royce (1998). Estes fatores foram diferenciados em *predominantemente gerenciais* e *predominantemente técnicos* de forma que possa existir uma distinção entre complexidade gerencial e técnica do perfil da empresa. Os relacionamentos podem ser verificados na figura 2.3.

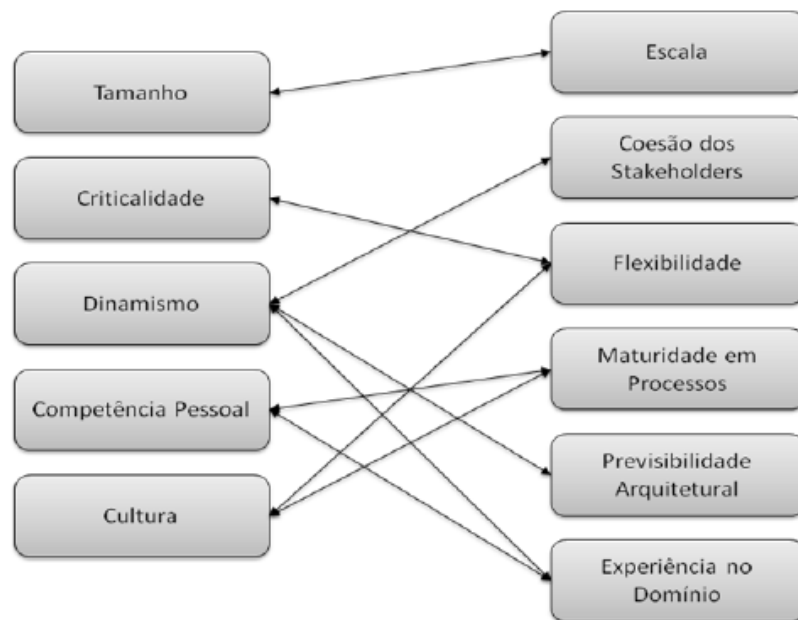


Figura 2.3. Relacionamentos entre os parâmetros de avaliação de processos.

Fonte: Satler (2010)

Diante do exposto foi possível estabelecer uma nova versão de gráfico polar que pode ser visualizado na figura 2.4, contendo sete eixos discriminados na tabela 4

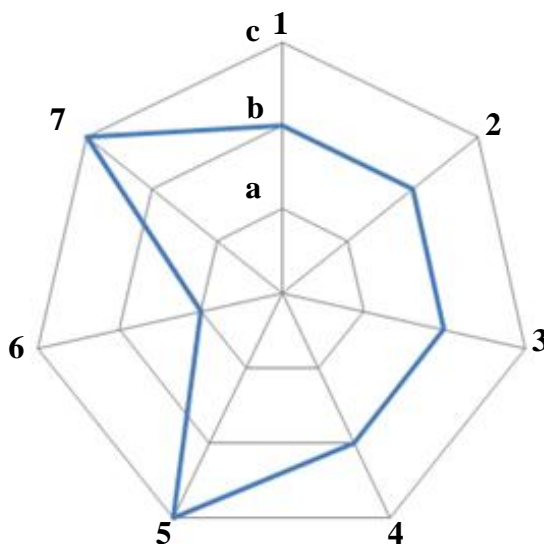


Figura 2.4. Gráfico polar com sete eixos do perfil de complexidade ao ambiente de uma empresa.

Fonte: Satler (2010)

Tabela 4: Sete eixos e sua classificação.

| Nº | Eixo | Sigla Adotada | Tipo |
|----|--------------------------------|---------------|--------------|
| 1 | Escala | ES | Independente |
| 2 | Dinamismo | DI | Gerencial |
| 3 | Criticalidade/Flexibilidade | CF | Gerencial |
| 4 | Cultura/Maturidade em Processo | CM | Gerencial |
| 5 | Previsibilidade Arquitetural | PA | Técnico |
| 6 | Experiência no Domínio | ED | Técnico |
| 7 | Competência Pessoal | CP | Técnico |

Fonte: Elaborado pelo autor

Cada um dos eixos se refere a uma característica que deve ser classificada com o objetivo de traçar o perfil de complexidade do ambiente proposto. As escalas nos eixos foram padronizadas em:

- mais interna, valor=1, significando “baixo”, no gráfico representado pela letra “a”;
- intermediária, valor=2, significando “médio”, no gráfico representado pela letra “b”;
- mais externa, valor=3, significando “alto”, no gráfico representado pela letra “c”.

Na obtenção das características das empresas e projetos, foi utilizada a abordagem GQM (*Goal Question Metric*) (Basili et al., 1994) baseada em questionários específicos, levando ao perfil associado com cada empresa.

O trabalho de Satler (2010) foi direcionado às práticas de desenvolvimento de software referentes à Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos, que constam dos níveis iniciais de maturidade dos principais frameworks de qualidade de processo de software conhecidos, baseados nas normas ISO12207 (ISO/IEC, 2008) e ISO15504 (ISO/IEC, 2003). As práticas foram separadas em dois blocos: Práticas Gerenciais e Práticas Técnicas.

2.3 Melhoria do processo e boas práticas

A indústria de software despende uma grande quantia em dinheiro para encontrar e remover erros, falhas em segurança e em projetos cancelados, ao passo que o investimento deveria ser feito em inovação e melhoria do produto (JONES, 2010). Para O'Regan (2011) promover a melhoria de processos, a fim de alinhá-los com os objetivos de negócios, pode auxiliar as organizações a alcançar seus objetivos. Mais especificamente, no caso de software, pode ajudar a melhorar o produto final.

O SEI (2010) estabeleceu uma relação entre a qualidade do software e a qualidade dos processos usados para criá-lo. Diante desse conceito foi estabelecido o CMM (*Capability Maturity Model*), amplamente adotado e seu sucessor CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). Ambos os modelos foram difundidos em todo o mundo e adotados por muitas organizações na busca de boas práticas para desenvolvimento de software. Outras soluções também estão disponíveis, tais como MPS-BR (2009).

Além desses modelos, existem autores que trazem estudos atuais de boas práticas relacionadas com a sua experiência no mercado. Jones (2010) possui uma obra que ilustra a adoção de boas práticas em vários escopos. Dentre eles estão: o desenvolvimento de software, implantação, manutenção e renovação, e a retirada de aplicações quando finalmente chegam ao fim do seu ciclo de vida. O autor menciona que há centenas de práticas para desenvolver e manter software, mas nem todas elas podem ser classificadas como boa prática ou ruim, porque os resultados da sua aplicação variam de organização para organização.

2.4 Sistemas baseados em conhecimento

Os Sistemas Baseados em Conhecimento (*Knowledge-based systems* - KBS) foram o foco da inteligência artificial a partir da década de 1970. A ideia básica por trás desses sistemas reside na transferência de informações obtidas de especialistas humanos, em determinadas áreas específicas, para o computador, formando uma base de conhecimento do domínio. Esse conhecimento é armazenado na forma de regras, através de sentenças IF-THEN e os usuários podem solicitar orientações específicas para determinados problemas, utilizando

um sistema de consulta que simula parcialmente o comportamento de um especialista (Liao, 2005). Os KBS podem ser definidos também como qualquer sistema que produz recomendações individualizadas como saída em um grande espaço de opções possíveis, ou seja, são capazes de orientar o usuário na busca de soluções específicas para problemas em seu domínio (RESNICK & VARIAN, 1997). Em geral, estes sistemas trabalham de forma interativa, através de respostas a questionários e solicitações de esclarecimentos que auxiliam no processo de tomada de decisão.

Bramer (2012) descreve esses sistemas como aqueles que envolvem o conhecimento e estão diretamente relacionados à definição de conceitos, formulação do problema, tomada de decisões e de aprendizagem. O objetivo é prestar assistência aos usuários na estruturação, gestão e descoberta do conhecimento humano. Eles foram amplamente utilizados na década de 1970, sendo uma forte ferramenta para mapear os problemas para as soluções usando o conhecimento específico como regras de mapeamento, em domínios onde não foi possível determinar uma formulação mais precisa e funcional para representá-lo.

Alguns KBS utilizados no passado e que se mostraram ser bem sucedidos são o MYCIN, utilizado para detecção de doenças infecciosas do sangue e o XCON, utilizado para configurar sistemas de computadores que atendesse as necessidades do usuário passadas como entrada (SHORTLIFFE ET AL., 1984) (TSAI ET AL., 1999).

Em geral a maioria das aplicações envolvendo KBS está entre as seguintes categorias: Interpretação e identificação, previsão, diagnóstico, desenho, planejamento, monitoramento, debug e teste, instrução e treinamento, controle (BIONDO, 1990). Tsai et al. (1999) relata que esses sistemas são utilizados em vários domínios como, por exemplo, em diagnósticos médicos, consultoria financeira, controle de sensores, programação de tripulação em voos comerciais, entre outros.

Os KBS têm a função de aumentar a capacidade e a eficácia do processo de indicação (RESNICK & VARIAN, 1997). Um dos grandes desafios desse tipo de sistema é efetuar o cruzamento correto das informações com o objetivo de descobrir se os dados de entrada condizem com as recomendações feitas na saída. Um exemplo atual da utilização de um KBS é um recente estudo realizado pelo cientista da computação Daphne Koller, da Stanford University, que mostra a criação de um sistema capaz de distinguir os vários tipos de câncer de mama e fornecer um prognóstico mais preciso que um patologista humano seria capaz de formular. O sistema avalia imagens de biópsias de pacientes com este tipo de câncer. Em testes realizados no Hospital Geral de Vancouver, o sistema foi capaz de prever, de forma

mais precisa que patologistas humanos, se cada paciente poderia sobreviver por cinco anos após o tratamento indicado (BECK ET AL., 2011).

2.5 Trabalhos correlatos

Existem alguns trabalhos que relatam a aplicação de sistemas baseados em conhecimento para o auxílio e melhoria no desenvolvimento de software. Karami et al. (1995) descreve a construção de um protótipo chamado SCAMES, capaz de estabelecer o nível de maturidade de uma organização na hierarquia CMM e indicar as ações que devem ser tomadas para melhorar o nível de desempenho da organização em áreas-chave de processo. O trabalho de Eldrandaly (2008) descreve a construção de um protótipo, baseado em uma base de conhecimento, para auxiliar empresas de software a implementar modelos de qualidade ISO (ISO/IEC 90003:2004) e CMMI. O sistema identifica pré-requisitos, o que existe no ambiente da empresa atualmente e é capaz de efetuar avaliações e fornecer sugestões para a implementação com sucesso desses modelos. No trabalho de Tessa et al. (2010) também foi construído um sistema baseado em regras simples, com a função de auxiliar organizações com dificuldades de implementação do CMMI. O sistema criado trata-se de uma ferramenta de gestão de processos de melhoria na implementação do modelo.

O sistema proposto nesse trabalho considera um fator importante em relação aos demais trabalhos aqui abordados: o tamanho da organização. Como pode ser verificado na tabela 5, os modelos considerados são o CMM e CMMI, ambos utilizados por grandes corporações. O custo da implantação completa de um modelo destes é elevado e as MPEs podem não possuir o valor financeiro necessário para o processo. Heinz (2004) relata uma pesquisa realizada por Suzanne Garcia, membro do grupo de pesquisas do SEI (*Software Engeneering Institute*), sobre os fatores de maior custo para a implantação do CMMI na maioria das organizações: (i) os custos periódicos para a realização das avaliações, (ii) custo para o estabelecimento e manutenção de uma infraestrutura para melhoria de processos e (iii) o custo para a implantação de novos processos em toda a organização. Grandes empresas têm a vantagem nos dois primeiros fatores, pois será um percentual pequeno em sua receita global comparado a uma MPE.

Diante disso a construção do sistema pode, efetivamente, auxiliar as MPEs no processo de melhoria de seus processos internos através da indicação de boas práticas de desenvolvimento de software de acordo com o perfil específico. A implantação dessas práticas pode ser feita gradativamente gerando um custo bem menor comparado ao dos

modelos CMMI, por exemplo. Além disso, será possível para as MPEs comparar vários perfis e estabelecer qual destes é o que mais se encaixa na realidade da organização.

A tabela 5 ilustra uma breve comparação entre os trabalhos destacados e a proposta aqui exposta.

Tabela 5: Trabalhos correlatos.

| Trabalho | Tipo de empresa onde o sistema pode ser utilizado | Foco Principal | Objetivos do sistema |
|-----------------------------|--|---|---|
| Karami et al. (1995) | Organizações de software em geral | CMM | Executar uma análise e avaliar uma organização na hierarquia CMM |
| Eldrandaly (2008) | Indivíduos, organizações e empresas de software | ISO/IEC 90003:2004 CMMI | Fornecer resultados de avaliação e sugestões para que as empresas possam implementar os modelos destacados com sucesso. |
| Tessa et al. (2010) | Organizações de software em geral | CMMI | Fornecer um caminho para a melhoria do processo incorporando as práticas comprovadas do CMMI. |
| Trabalho Proposto | Micro e Pequenas Empresas | ISO12207 e ISO15504 CMMI, MPS.BR | Fornecer uma indicação de boas práticas para o desenvolvimento de software baseado no perfil da empresa. |

Fonte: Elaborado pelo autor

3 SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO DE BOAS PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Após o estudo e o entendimento da composição das boas práticas e da viabilidade da criação de um sistema baseado em conhecimento capaz de fornecer indicações para auxílio às MPEs no quesito de melhora de seus processos internos, será demonstrado nesse capítulo a dinâmica envolvida no processo de seleção das boas práticas baseada na classificação de uma MPE em um dos quatro quadrantes de complexidade do ambiente. Além disso, será especificado o processo de criação e alinhamento das regras e como serão definidos os parâmetros que devem ser levados em conta caso ocorram problemas envolvendo empates nas pontuações.

3.1 Seleção das Práticas Baseado no Perfil Técnico do Ambiente

Técnicas e métodos adotados nas empresas para abordar determinado projeto podem não ser suficientes, ou até mesmo não serem utilizados, em outros projetos. Não existe um processo de desenvolvimento de software que seja único e sirva para todas as situações. A realidade é que processos de desenvolvimento devem ser adaptados de forma a atingirem um nível de alinhamento capaz de permitir sua aplicação em projetos específicos dentro das organizações (JONES, 2010).

De acordo com Royce (1998) existem quatro quadrantes de complexidade que podem ser utilizados para classificação de empresas quanto aos projetos que desenvolvem. Esses quadrantes são originados a partir da interseção de dois eixos que representam áreas principais: Complexidade Técnica, que se refere ao nível de conhecimento técnico para desenvolver projetos e Complexidade Gerencial, que se refere à complexidade associada à gestão de projetos. A interseção dos dois eixos é considerada o ponto de partida do sistema de classificação, e refere-se a projetos de software com as seguintes características: 5 a 10 pessoas em média, 10 a 12 meses de tempo de projeto, 3 a 5 interfaces externas e alguns riscos desconhecidos. A figura 3.1 ilustra o ponto inicial e os eixos relatados.

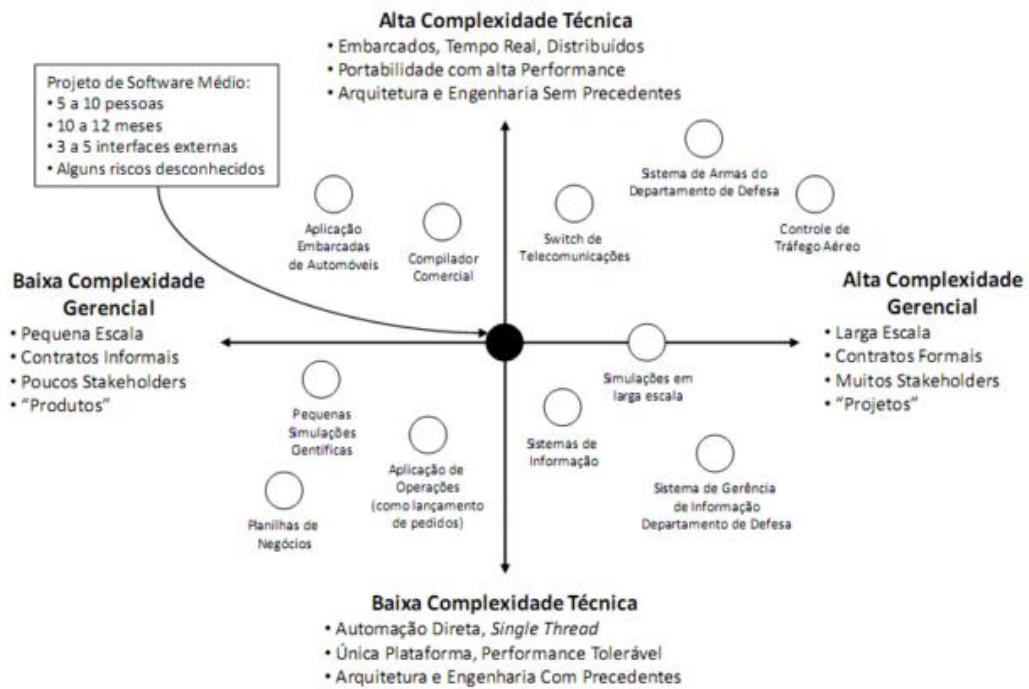


Figura 3.1. Quadrantes de complexidade e variação dos projetos de software com suas respectivas características.
Fonte: Adaptado de Royce (1998)

O ponto extremo "Alta Complexidade Gerencial" refere-se a uma maior ênfase na gestão de risco, maior formalidade no processo, maior ênfase na organização do trabalho em equipe e maior concentração de esforços nas fases iniciais de extração de requisitos e arquitetura da organização. O ponto extremo "Alta Complexidade Técnica" refere-se a uma maior ênfase no conhecimento do domínio, fases de concepção e elaboração longas, uma maior iteração para a gestão de risco, prazo e custo menos previsíveis (ROYCE, 1998).

Satler (2010), utilizando os dois eixos originais, fez algumas adaptações renomeando os quadrantes, apresentados na figura 3.2.

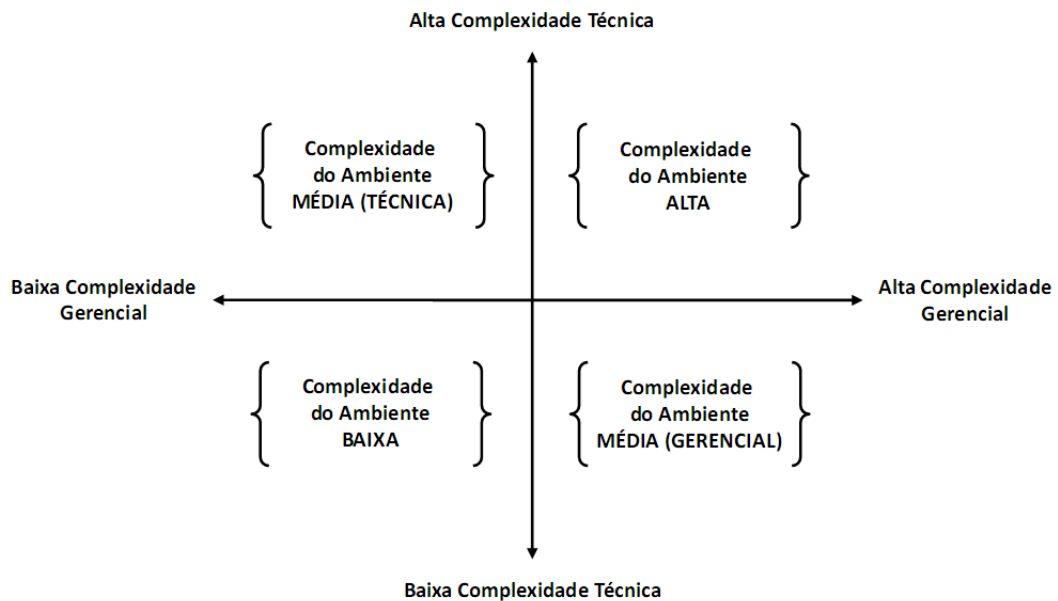


Figura 3.2. Quatro quadrantes de complexidade do ambiente.
Fonte: Satler (2010)

- **Complexidade do Ambiente Alta – CAL:** Resultado do cruzamento entre os eixos “Alta Complexidade Gerencial” e “Alta Complexidade Técnica”. As empresas que estarão nesse quadrante apresentam características específicas de organizações com um ambiente de desenvolvimento formal e um nível de amadurecimento grande. Entre suas características estão: Controle de comunicação formal, alto nível de maturidade, desenvolvem mais projetos em termos de risco, custo e qualidade, revisões de código periódicas, uma grande ênfase nas guias, documentos e simulações, entre outras. Exemplo: softwares para controle de tráfego aéreo;
- **Complexidade do Ambiente Média Técnica – CMT:** Resultado do cruzamento entre os eixos “Baixa Complexidade Gerencial” e “Alta Complexidade Técnica”. As organizações que estarão nesse quadrante apresentam mais características técnicas em relação às características gerenciais, ou seja, são empresas voltadas mais para a parte técnica no processo de desenvolvimento de software. Entre suas características podemos citar: Avaliações periódicas de status, um esforço moderado na análise e projeto, o planejamento e controle do desenvolvimento são moderados, etc. Exemplo: softwares embarcados para automóveis.
- **Complexidade do Ambiente Baixa – CBA:** Resultado do cruzamento entre os eixos “Baixa Complexidade Gerencial” e “Baixa Complexidade Técnica”. As empresas que estarão nesse quadrante não possuem muita formalidade no desenvolvimento de software. Além disso, possuem pouca experiência, apresentando um quadro de amadurecimento. Algumas

características são: A fronteira entre as fases de desenvolvimento não é muito delimitada, o ambiente de desenvolvimento é *ad-hoc*, geralmente administrado pelos próprios indivíduos, ocorre uma pouca utilização de ferramentas de engenharia, entre outros. Exemplo: aplicações que utilizam planilhas.

- Complexidade do Ambiente Média Gerencial – CMG: Resultado do cruzamento dos eixos “Alta Complexidade Gerencial” e “Baixa Complexidade Técnica”. As organizações que estarão nesse quadrante apresentam mais características gerenciais em relação às características técnicas, ou seja, são empresas voltadas mais para a parte gerencial no processo de desenvolvimento de software. Entre suas características podemos citar: Registro formal dos requisitos com flexibilidade de alteração, controle de versão dos projetos, controle formal das alterações quando ocorrerem, o planejamento é respeitado, etc. Exemplo: projetos que envolvam sistemas de informação para setores específicos de empresas.

O conjunto de práticas foi distribuído nos quadrantes através do relacionamento destes com as primitivas de processo e a lista de características das empresas de cada quadrante. As práticas são independentes, porém a sua proposição deve conter um caráter cumulativo entre os quadrantes, ou seja, as práticas gerenciais e/ou técnicas especificadas para, por exemplo, o quadrante de Complexidade do Ambiente Média Gerencial, serão as práticas básicas propostas para o quadrante de Complexidade do Ambiente Baixa juntamente com as práticas do referido quadrante, ou seja, Complexidade do Ambiente Média Gerencial. A figura 3.3 ilustra o caráter cumulativo entre as práticas.



Figura 3.3. Caráter cumulativo entre as práticas.
Fonte: Satler (2010)

3.2 Sistema Baseado em Conhecimento

Para ilustrar como o sistema baseado em conhecimento funciona efetivamente deve-se entender que as informações de entrada estão relacionadas às sete características dos eixos do gráfico polar, ou seja, o perfil técnico de uma MPE. O conjunto de boas práticas se refere as boas práticas organizadas por Leal (2009) e descritas por Satler (2010) e a saída, as boas práticas que podem ser implantadas a fim de que a MPE possa ter uma melhoria no seu processo de desenvolvimento de software.

A figura 3.4 exhibe o fluxo do sistema baseado em conhecimento a ser implementado.

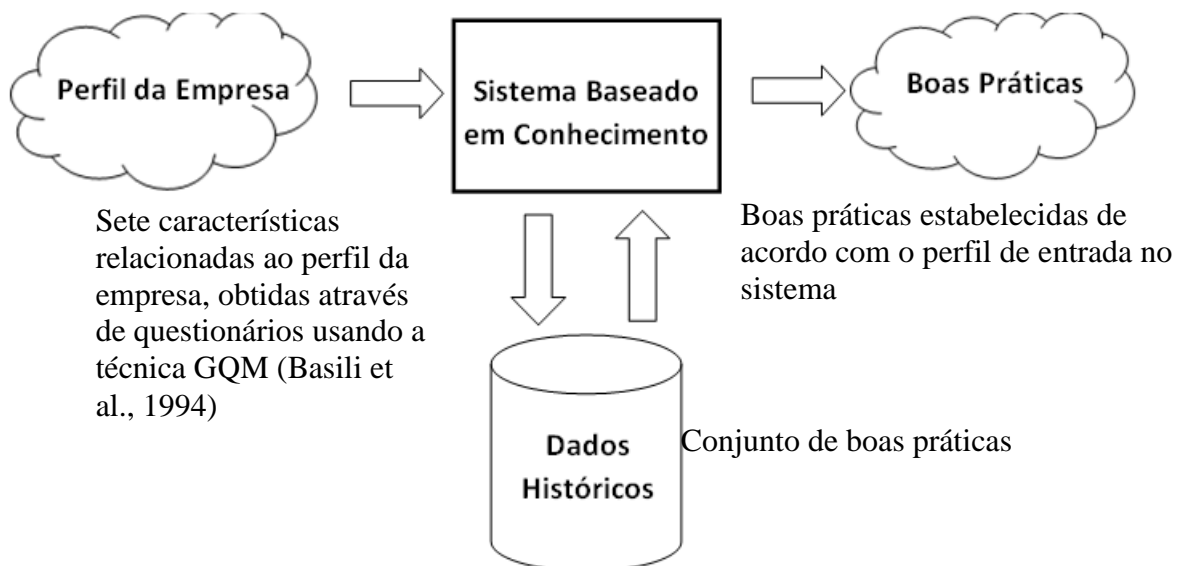


Figura 3.4. Representação do sistema baseado em conhecimento a ser implementado.
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.1 Parâmetros de entrada

O perfil de cada empresa varia de acordo com as características de sete eixos (SATLER, 2010). A contribuição de cada um desses eixos é associada a três posições, conforme descrito no item 2.2, e cada uma dessas posições possui um valor inteiro atribuído, iniciando a escala do centro do eixo irradiando para a periferia.

- a: mais interna – baixo - valor = 1
- b: intermediário – médio - valor = 2
- c: mais externa – alto - valor = 3

O Sistema Baseado em Conhecimento a ser implementado deverá ter como entrada os valores inteiros referentes aos sete eixos com as sete características (escala, dinamismo,

criticalidade/flexibilidade, previsibilidade arquitetural, experiência no domínio, cultura/maturidade em processo, competência pessoal) estabelecidos através de questionários, utilizando a abordagem GQM (BASILI ET AL., 1994). Na figura 2.4, por exemplo, os valores obtidos são: Escala = 2; Dinamismo = 2; Criticalidade/Flexibilidade = 2; Cultura/Maturidade em processo = 2; Previsibilidade arquitetural = 3; Experiência no domínio = 1; Competência pessoal = 3. Este perfil então formará uma tupla (2,2,2,2,3,1,3) que representa a entrada para o sistema.

3.2.2 Regras de decisão

Para Liao (2005), a ideia básica por trás de um sistema baseado em conhecimento é que o conhecimento de tarefas específicas, de domínios diferentes, possa ser repassado do ser humano para o computador. Dessa forma, os usuários podem consultá-lo com a finalidade de obter uma orientação específica, conforme necessário.

Um sistema baseado em conhecimento contém múltiplas regras obtidas através de informações de um especialista humano no domínio do sistema, por exemplo, um sistema financeiro onde um consultor que conhece as regras de investimento, pode fornecer uma base de conhecimento capaz de auxiliar investidores a procura de melhores resultados. Essa informação pode ser então utilizada para executar operações em dados com a finalidade de se chegar a uma conclusão apropriada sobre determinada situação. Todas as regras formam uma base de conhecimento.

No Sistema Baseado em Conhecimento a ser implementado será construída uma KB contendo várias regras, obtidas através de elementos do trabalho de Satler (2010), bem como informações obtidas na literatura. Os tipos básicos de regras podem ser descritos como:

- **Regras de classificação preliminar (*Preliminary classification rules*):** Estas regras são utilizadas para auxiliar na localização preliminar do quadrante em que uma empresa se enquadra. Segundo o item 3.1 a empresa pode estar em um dos quatro quadrantes adaptados por Satler (2010) do trabalho de Royce (1998). Após a confecção do gráfico polar como o da figura 2.4, é possível fazer a soma dos valores referentes a cada eixo e, com isso, estabelecer o perfil de complexidade do ambiente, que determinará inicialmente o quadrante. O valor mínimo é 7, o que equivale dizer que a empresa possui os sete fatores com valores individuais iguais a 1 (baixo), e o valor máximo é 21 e indica que a empresa possui os sete fatores com valores individuais iguais a 3 (alto), e a pontuação poderá variar no intervalo de 7 a 21. A fórmula seguinte ilustra como é feito o cálculo para determinação do quadrante:

$$Total\ de\ Pontos = PEE + \sum_1^3 PEG + \sum_1^3 PET$$

Onde: PEE: Pontos do Eixo Escala, PEG: Pontos dos Eixos Gerenciais e PET: Pontos dos Eixos Técnicos. A classificação segue a seguinte regra:

- Complexidade Alta – Entre 18 (dezoito) e 21 (vinte e um) pontos
- Complexidade Média Técnica – Entre 11 (onze) e 17 (dezesete) pontos, sendo que a pontuação dos eixos de fatores técnicos deve ser maior que a pontuação dos eixos de fatores gerenciais;
- Complexidade Média Gerencial – Entre 11 (onze) e 17 (dezesete) pontos, sendo que a pontuação dos eixos de fatores gerenciais deve ser maior que a pontuação dos eixos de fatores técnicos;
- Complexidade Baixa – Entre 7 (sete) e 10 (dez) pontos;

Estas regras são responsáveis por fazer uma classificação preliminar do quadrante da empresa. Para gerar o gráfico polar contendo sete eixos será necessário responder um questionário construído utilizando a abordagem GQM (Basili et al., 1994) que pode ser consultado no trabalho de Satler (2010). Os cálculos envolvidos são simples, usando apenas adição dos pontos obtidos. Existe um problema que ocorre quando a empresa for classificada no quadrante Complexidade Média (Técnica ou Gerencial) de forma que o somatório de pontos gerenciais seja igual ao somatório de pontos técnicos. Esta exceção será tratada mais a frente, mas estará inserida nesse conjunto de regras.

▪ **Regras de confirmação (*Confirmation rules*):** Essas regras não fazem uso de cálculos, mas sim de identificações básicas que serão feitas de acordo com o quadrante já estipulado nas regras de classificação preliminar, ou seja, são dependentes das regras de classificação preliminar. O objetivo é construir uma lista de perguntas que será exibida em tela para o usuário do sistema. Os dados das respostas das questões serão utilizados para ajustes do quadrante nas regras de classificação final (*Final classification rules*). O objetivo dessas regras é usar a colaboração do usuário para confirmar a classificação, por meio de questões relacionadas com o quadrante já definido.

Exemplo:

```
Se (Quadrante)Empresa = "CAL" então
  Criar NovaQuestao;
  (Quadrante)NovaQuestao = "CAL";
  (Tipo)NovaQuestao = "ES";
  (Questao)NovaQuestao = "As transições são bem definidas entre
  as fases para sincronizar o progresso entre atividades
  concorrentes?";
  Adiciona NovaQuestao a Lista de Questoes;
```

...

Onde: (Quadrante)Empresa é referente ao quadrante determinado para a empresa calculado pelas regras de classificação preliminar, NovaQuestao: Nova questão criada, (Quadrante)NovaQuestao: atribui um valor para o quadrante da NovaQuestao, (Tipo)NovaQuestao: atribui um valor para o tipo da Nova Questao, (Questao)NovaQuestao: atribui uma nova questão propriamente dita, Adiciona NovaQuestao a Lista de Questoes: adiciona a NovaQuestao a uma lista de questões; ES se refere ao fator escala, vide tabela 4. Esta regra adiciona a questão, no caso em que o quadrante preliminar é CAL, sendo a questão relacionada com o eixo ES (escala). Há questões relacionadas com os sete eixos.

Os perfis das empresas serão classificados inicialmente de acordo com as informações obtidas nas regras de classificação preliminar, que por sua vez são dependentes de respostas de um questionário aplicado na organização, tanto para a equipe de desenvolvimento quanto para o gerente do projeto. A princípio elas conterão características específicas do quadrante que pertencem.

Essas regras possuem um objetivo de filtrar as características do perfil específico. Tais características foram transformadas em questões, de forma que suas respostas ficarão limitadas a "sim" e "não" e serão respondidas pelo usuário do sistema. As questões são cumulativas entre os perfis, ou seja, empresas que possuem, por exemplo, um perfil Complexidade Média Gerencial terão em sua lista de questões apresentadas em tela, perguntas envolvendo o quadrante Complexidade Baixa e também as questões envolvendo Complexidade Média Gerencial. A construção das questões que serão exibidas para o usuário em tela pode ser verificada no Apêndice A deste trabalho.

- **Regras de classificação final (*Final classification rules*):** Estas regras consistem em cálculos para ajuste do quadrante da empresa. São dependentes das regras de confirmação e por sua vez também dependentes das regras de classificação preliminar. Os cálculos envolvidos no processo envolvem comparações de valores (igual, maior, menor, maior que e menor que) e cálculos de porcentagem sempre relacionados com a lista de questões especificada nas regras de confirmação. Essas regras levam em conta ainda a quantidade de eixos gerenciais e eixos técnicos, além do fator escala que é independente fornecendo uma

classificação final para o perfil da empresa. Exemplo: a partir de uma lista de questões de uma empresa com perfil no quadrante Complexidade Média Gerencial, serão feitos cálculos para verificar se realmente a empresa está ou não nesse quadrante.

Exemplo:

```

Se (Quadrante) Empresa = "CMG" então
  Percorre (listaQuestoes){
    Se((Tipo)questao = "ES")
      Incrementar nPerguntasEscala;
    Se((Tipo)questao = "DI" ou (Tipo)questao = "CF" ou
      (Tipo)questao = "CM")
      Incrementar nPerguntasGerenciais;
    Se((Tipo)questao = "PA" ou (Tipo)questao = "ED" ou
      (Tipo)questao = "CP")
      Incrementar nPerguntasTecnicas;
  }
  Percorre (listaRespostas){
    Se(resposta(questão)="Sim"){
      Se((Tipo)questao = "ES")
        Incrementar TotalEscala;
      Se((Tipo)questao = "DI" ou (Tipo)questao = "CF" ou
        (Tipo)questao = "CM")
        Incrementar TotalGerencial;
      Se((Tipo)questao = "PA" ou (Tipo)questao = "ED" ou
        (Tipo)questao = "CP")
        Incrementar TotalTecnico;
    }
  }
  Se (TotalEscala <= nPerguntasEscala/2 e
    TotalGerencial <= nPerguntasGerenciais/2) e
    (TotalTecnico >= nPerguntasTecnicas/2){
    Quadrante(Empresa) ← "CMT";
  }
  ...

```

Onde: (Quadrante) Empresa é referente ao quadrante da empresa calculado por uma regra de classificação, questão: objeto criado a partir da classe Questao, (Tipo)questão: retorna o valor do atributo tipo, nPerguntasEscala: contador para incrementar o número de perguntas relacionadas ao eixo Escala, nPerguntasGerenciais: contador para incrementar o número de perguntas gerenciais, nPerguntasTecnicas: contador para incrementar o número de perguntas técnicas, TotalEscala: contador para incrementar o número de perguntas relacionadas ao eixo Escala respondidas como "Sim, TotalGerencial: contador para incrementar o número de perguntas gerenciais respondidas como "Sim", TotalTecnico: contador para incrementar o número de perguntas técnicas respondidas como "Sim", listaQuestoes: uma lista que contém as questões, listaRespostas: uma lista que contém as respostas do usuário do sistema, ES/DI/CF/CM/PA/ED são abreviaturas para os sete eixos dos gráfico (exemplo: ES=Escala), ←: Recebe, atribui o valor "CMT" para o quadrante da empresa.

Nesse conjunto de regras será feita uma nova análise do perfil da empresa baseada nas respostas das questões listadas em tela obtidas das regras de confirmação. O objetivo é verificar se aquele perfil está realmente no quadrante especificado nas regras de classificação preliminar. Aqui é feita uma contagem total do número de questões envolvendo o eixo escala e os eixos gerenciais e técnicos, além da quantidade de respostas “sim” obtidas das questões. Em seguida são feitos cálculos de comparação entre esses valores. Caso, por exemplo, a empresa, que esteja no quadrante Complexidade Média Gerencial, tenha respondido como “sim” um número de questões gerenciais menor ou igual a metade das perguntas gerenciais, implica que esta empresa não está mais apresentando características gerenciais. Pelo contrário, se ela estiver apresentando um número de questões técnicas respondidas como “sim” maior ou igual a metade das questões técnicas implica que suas características estão mais voltadas para questões técnicas. Nesse conjunto de regras existem várias comparações sempre relacionadas ao número de questões listadas que são utilizadas como uma espécie de ajuste para o perfil da empresa.

- **Regras de enumeração (*Enumeration rules*):** Essas regras são usadas para recuperar listas de boas práticas relacionadas com o quadrante já determinado para a organização, através das regras anteriores. A partir de um determinado quadrante serão enumeradas as boas práticas.

Exemplo:

```

Se quadranteEmpresa = "CAL" então
  Percorre (banco de praticas){
    Se quadrante(pratica(banco de praticas)) = "CAL" {
      listaBoasPraticas.adiciona(pratica(banco de praticas));
    }
  }
  ...

```

Onde: quadranteEmpresa é referente ao quadrante da empresa calculado por uma regra de classificação preliminar ou classificação final, banco de praticas: banco de dados contendo as boas práticas do trabalho de Satler (2010), quadrante(pratica(banco de praticas)): quadrante da prática contida no banco de práticas, listaBoasPraticas: uma lista que receberá as boas práticas extraídas do banco de dados de práticas, adiciona: método que adiciona a prática à listaBoasPraticas.

Este conjunto de regras envolve apenas listagem das boas práticas. Após a empresa ser classificada inicialmente em um quadrante usando as regras de classificação preliminar e, logo após ser submetida a uma análise de ajuste nas regras de classificação final, serão executadas as regras de enumeração que, a partir de um quadrante determinado, irão listar as boas práticas obtidas do banco de dados de boas práticas. Não são feitos cálculos nem

comparações de ajuste, mas sim apenas uma busca no banco de dados pelas boas práticas relacionadas com o quadrante. É importante frisar que as boas práticas são cumulativas como pode ser visualizado na figura 3.3.

O processamento das regras segue uma ordem de execução para determinação da recomendação das boas práticas, sendo: Regras de classificação preliminar, Regras de confirmação, Regras de classificação final e Regras de enumeração, conforme figura 3.5.

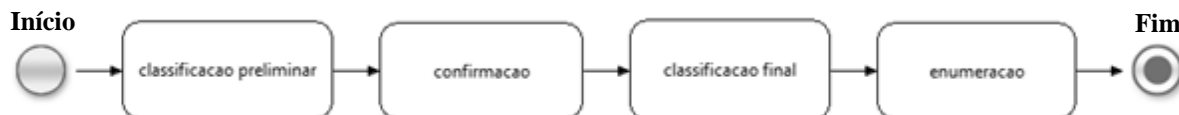


Figura 3.5. Sequência de execução das regras.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

3.2.3 Exceções nas regras de decisão

Segundo IPEDU (2011), o processo de desenvolvimento de software sofre a influência de alguns fatores sendo eles:

- Os fatores de domínio. Ex: domínio da aplicação, o processo utilizado para apoio aos usuários;
- Os fatores de ciclo de vida. Ex: tempo de vida do sistema, releases planejados;
- Os fatores técnicos. Ex: linguagem de programação, ferramentas de desenvolvimento, banco de dados;
- Os fatores organizacionais. Ex: estrutura da empresa;

Para Royce (1998), o fator mais importante na adaptação de um processo de desenvolvimento de software às necessidades específicas de um projeto, é a escala total da aplicação. Existem várias medidas para a escala, entre elas estão a contagem de linhas de código (*Source Lines of Code* - SLOC), número de pontos de função, número de casos de uso, número de pessoas envolvidas no processo, custo, entre outros. Royce (1998) relata que o fator principal é a quantidade de pessoas envolvidas com a aplicação e ainda que discrepâncias muito grandes nesse fator podem causar sérios impactos. Quanto maior o projeto, maior é a equipe de desenvolvimento e maior o nível de formalidade e rigidez necessários. Royce (1998) destaca que muitos estudos indicam que as pessoas podem gerenciar melhor de quatro a sete coisas ao mesmo tempo. Se estes valores forem extrapolados deverá ser instaurada uma abordagem diferente no nível de gestão para 1 pessoa

(trivial), 5 pessoas (pequena), 25 pessoas (moderada), 125 pessoas (larga), acima de 625 pessoas ou superior (grande). No gráfico, o fator escala ocupa um dos eixos e será tratado de forma diferenciada devido ao seu grau de importância, possuindo os valores:

- Valor = 1 (nível de escala baixo);
- Valor = 2 (nível de escala intermediário ou moderado);
- Valor = 3 (nível de escala alto).

No trabalho de Satler (2010), algumas questões estão diretamente relacionadas com este fator e levam em consideração o número de profissionais, o número de casos de uso e o número de pontos de função. O valor para o eixo escala pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6: Valores para o eixo Escala.

| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|----------------------|---|
| a | 1 | Projeto Pequeno | Até 3 profissionais, até 20 casos de uso, até 200 pontos de função. |
| b | 2 | Projeto Médio | Até 10 profissionais, até 50 casos de uso, até 700 pontos de função. |
| c | 3 | Projeto Grande | Acima de 10 profissionais, acima 50 casos de uso, acima 700 pontos de função. |

Fonte: Satler (2010) apud (Tavares, 2004, Belgamo, 2004)

Três dos eixos do gráfico referem-se, especificamente, a fatores e características gerenciais: Dinamismo (DI), Criticalidade/Flexibilidade (CF) e Cultura/Maturidade em Processo (CM).

O fator Dinamismo está relacionado a um dos maiores problemas no desenvolvimento de software: a quantidade de mudanças de requisitos. Para Royce (1998), um dos 10 princípios de gestão de software, é especificar adequadamente os requisitos antes de desenvolver a aplicação e, além disso, os requisitos, projetos e planos devem evoluir juntos. Uma falsa precisão dos mesmos é uma fonte recorrente de retrabalho futuro. Jones (2010) relata que aplicações grandes, com 10.000 ou mais pontos de função, são muito mais complexas de criar e possuem um volume significativo de mudanças em seus requisitos. Em consequência deverão ter um excelente controle de qualidade, controle de mudanças e um gerenciamento de projetos. A variação da pontuação do eixo dinamismo pode ser verificada na tabela 7.

Tabela 7: Valores para o eixo Dinamismo.

| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|---------------------------------|------------------------------------|
| a | 1 | Projetos pouco dinâmicos | Até 10% de alterações por mês |
| b | 2 | Projetos com dinamismo moderado | Até 15% de alterações por mês |
| c | 3 | Projetos muito dinâmicos | Acima de 15% de alterações por mês |

Fonte: Satler (2010) apud (Agerfalk e Fitzgerald, 2006)

Uma característica gerencial relacionada ao fator Criticalidade/Flexibilidade, é o contexto do negócio, que para UPEDU (2011), pode ser separado em três tipos básicos:

- Um projeto de um sistema, no qual o desenvolvedor produz um software somente para uma determinada especificação do cliente;
- Um projeto comercial, no qual o desenvolvedor colocará seu software no mercado;
- Projetos internos cujo cliente e o desenvolvedor estão na mesma organização.

Existem outros casos, como uma parte do projeto ser subcontratada de terceiros e projetos cujas equipes estão separadas geograficamente. Se o contexto do negócio aumenta, ou seja, quanto mais clientes interessados, compradores, subcontratados, entre outros, maior será o nível de formalismo (documentos, formulários, protótipos, etc.) e, como consequência, maior será a criticalidade envolvida nos projetos em desenvolvimento. A variação da pontuação do eixo Criticalidade/Flexibilidade pode ser verificada na tabela 8.

Tabela 8: Valores para o eixo Criticalidade/Flexibilidade.

| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|---|---|
| a | 1 | Projetos com baixa criticalidade e alta flexibilidade | Apesar de gerar transtorno não gera prejuízo de nenhum tipo |
| b | 2 | Projetos com criticalidade e flexibilidade moderada | Risco de prejuízo financeiro e rigor contratual moderado |
| c | 3 | Projetos com alta criticalidade e baixa flexibilidade | Risco para vida humana e muito rigor contratual |

Fonte: Satler (2010) apud (Agerfalk e Fitzgerald, 2006)

Outra característica gerencial, relacionada ao fator Cultura/Maturidade em Processo, é o tipo de aplicação, que pode afetar diretamente o processo de desenvolvimento pelo fato de existirem restrições específicas do domínio da aplicação. Um exemplo é um sistema para controle de tráfego aéreo que exige um nível muito alto de formalismo tanto no rastreamento de requisitos e custo mais alto com testes, quanto na qualidade do produto final. A variação da pontuação do eixo Cultura/Maturidade em Processo pode ser verificada na tabela 9.

Tabela 9: Valores para o eixo Cultura/Maturidade em Processo.

| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|--|---|
| a | 1 | Equipes maduras em processos (Acima de 66%) | Facilidade e predisposição para trabalhar de forma organizada |
| b | 2 | Maturidade moderada da equipe em processos (Entre 33% e 66%) | Características moderadas para trabalhar de forma organizada |
| c | 3 | Equipes imaturas em processos (Menores que 33%) | Dificuldade de trabalhar de forma organizada |

Fonte: Satler (2010)

Os demais eixos do gráfico referem-se, especificamente, a fatores e características técnicas: Previsibilidade Arquitetural (PA), Experiência no Domínio (ED) e Competência Pessoal (CP).

Para Royce (1998), o fator Previsibilidade Arquitetural está relacionado a muitas fontes, entre elas:

- A *performance* do sistema (utilização dos recursos, tempo de resposta e precisão);
- Incorporação de novas tecnologias (novas linguagens, etc.);
- Confiabilidade do sistema (se o comportamento do sistema é previsível e se o mesmo possui tolerância a falhas).

No quesito de novas tecnologias, é importante que a organização possua maturidade suficiente para que a inovação não afete sua estrutura. A introdução de novas técnicas ou ferramentas pode influenciar diretamente o processo (IPEDU, 2011). Projetos novos terão suas fases de elaboração mais longas e podem atravessar várias iterações, enquanto que em projetos mais antigos poderão aparecer desafios técnicos. A inovação não está somente ligada ao sistema a ser desenvolvido, mas também à maturidade das organizações. A variação da pontuação do eixo Previsibilidade Arquitetural, pode ser verificada na tabela 10.

Tabela 10: Valores para o eixo Previsibilidade Arquitetural.

| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|---------------------------------------|--|
| a | 1 | Projetos com alta previsibilidade | Conhecimento prévio elevado da arquitetura necessária |
| b | 2 | Projetos com previsibilidade moderada | Conhecimento prévio moderado da arquitetura necessária |
| c | 3 | Projetos com baixa previsibilidade | Conhecimento prévio pobre da arquitetura necessária |

Fonte: Satler (2010)

Para Royce (1998), o fator Experiência no Domínio está relacionado a uma habilidade para traçar uma arquitetura aceitável que envolva um número mínimo de iterações. Ele relata que um dos 10 princípios modernos de gerência de software é a composição de uma base de dados (*baseline*) dos projetos, ou seja, um nível de experiência da organização no domínio dos problemas da aplicação. Jones (2010) relata que as organizações desenvolvedoras de software necessitam dessa experiência no domínio no qual trabalham. Existem centenas de caminhos que podem levar a atrasos nos projetos e até mesmo a desastres, enquanto apenas alguns caminhos levam a resultados bem sucedidos que combinam alta qualidade, cronogramas cumpridos de forma correta e custos baixos. Percorrer os caminhos de um projeto de software assemelha-se a atravessar um labirinto. A maioria dos caminhos não terá saída. Porém um exame detalhado e a medição dos dados permite observar este labirinto do alto de uma escada, revelando os caminhos que levam ao sucesso e mostrando os caminhos que devem ser evitados. Por este motivo é necessário que a *baseline* seja coesa e capaz de fornecer informações importantes para a organização. A variação da pontuação do eixo Experiência no Domínio pode ser verificada na tabela 11.

Tabela 11: Valores para o eixo Experiência no Domínio.

| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|--|---|
| a | 1 | Empresas com alta experiência no domínio | Especialista em desenvolvimento em uma determinada área |
| b | 2 | Empresas com experiência no domínio moderada | Especialista em desenvolvimento em uma grande área do conhecimento |
| c | 3 | Empresas com baixa experiência no domínio | Desenvolvimento de projetos em qualquer grande área do conhecimento |

Fonte: Satler (2010)

O fator Competência Pessoal está diretamente associado à competência da equipe e seus integrantes. Segundo IPEDU (2011), a implantação de um processo em uma organização depende de fatores organizacionais, tais como a estrutura organizacional, a cultura da organização e gestão de projetos, competências e habilidades disponíveis, além de experiências anteriores. Por exemplo, se na empresa as pessoas estão habituadas a uma descrição do processo de desenvolvimento de software, então será mais fácil começar a usar outra metodologia, enquanto que pessoas não habituadas a este uso terão que dispender um esforço maior para se adaptar a novas metodologias. Em algumas áreas é necessário desenvolver orientações específicas que possibilitarão uma transição mais fácil. É o caso de novas linguagens de programação, em que um guia de programação, pode ajudar efetivamente na aprendizagem. A variação da pontuação do eixo Competência Pessoal, pode ser verificada na tabela 12.

Tabela 12: Valores para o eixo Competência Pessoal.

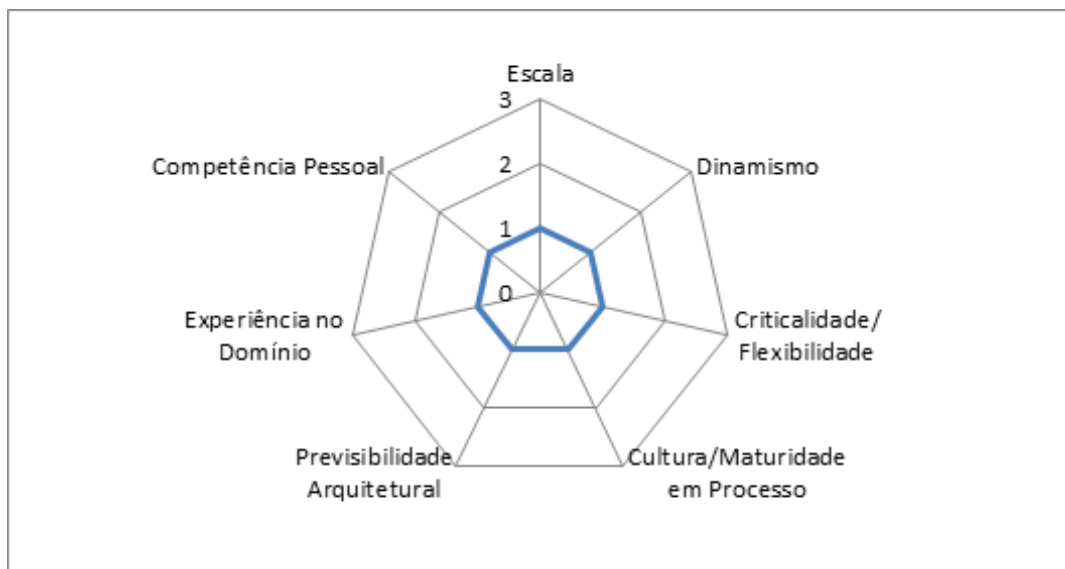
| Posição | Valor | Classificação | Descrição |
|----------------|--------------|----------------------------------|--|
| a | 1 | Equipes experientes | Equipe experiente, com capacidade para adequar o trabalho a qualquer situação sem precedentes. |
| b | 2 | Equipes com experiência moderada | Equipe com experiência moderada, com capacidade para adequar o trabalho a situações com precedentes. |
| c | 3 | Equipes inexperientes | Equipe inexperiente com capacidade apenas de seguir os passos de um método procedural. |

Fonte: Adaptado de Satler (2010)

De acordo com a descrição dos fatores é possível concluir que:

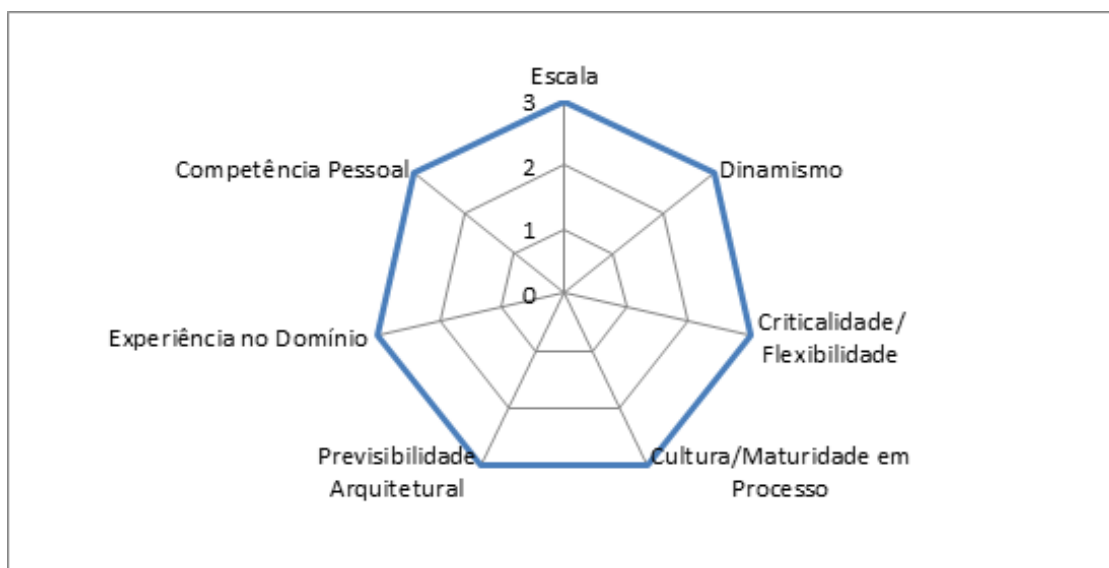
- Quanto maior for a complexidade gerencial maior será o formalismo, incluindo maiores revisões e marcos no processo.
- Quanto maior for a complexidade técnica, ou seja, a introdução de técnicas específicas, funções e ferramentas, maior será o número de atividades.

A variação do fator escala (fator que será analisado de forma individual devido ao seu grau de importância) e dos fatores gerenciais e técnicos está de acordo com uma escala de 7 pontos a 21 pontos, sendo que 7 pontos indica que todos os eixos do gráfico terão sua pontuação igual a 1 ponto e 21 pontos indica que todos os eixos do gráfico terão sua pontuação igual a 3 pontos. As figuras 3.6 e 3.7 ilustram, respectivamente, o gráfico polar com a situação mínima (7 pontos – Complexidade Baixa) e a situação máxima (21 pontos – Complexidade Alta).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3.6. Situação mínima dos eixos do gráfico polar (Complexidade Baixa).



Fonte: Elaborado pelo autor.
Figura 3.7. Situação máxima dos eixos do gráfico polar (Complexidade Alta).

Para que a faixa inicial de valores, segundo (Satler, 2010), que corresponde à Complexidade Alta do Ambiente (18 pontos), seja alcançada, deve-se considerar, inicialmente, o eixo escala com valor mínimo (1 ponto). Dessa forma, pelo menos um dos outros eixos, tanto gerencial, quanto técnico, deverá assumir valor intermediário (2 pontos) e os demais eixos deverão possuir o valor máximo (3 pontos). As tabelas 13 e 14 exibem dois resultados possíveis.

Tabela 13: Eixo Dinamismo (gerencial) com valor intermediário.

| Eixo | Tipo | Valor |
|------------------------------------|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 1 |
| Dinamismo(DI) | GER | 2 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 3 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 3 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 3 |
| Experiência no Domínio(ED) | TEC | 3 |
| Competência Pessoal(CP) | TEC | 3 |
| Total | | 18 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 14: Eixo Previsibilidade Arquitetural (técnico) com valor intermediário.

| Eixo | Tipo | Valor |
|---|-------------|--------------|
| Escala(ES) | | 1 |
| Dinamismo(DI) | GER | 3 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 3 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 3 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 2 |
| Experiência no Domínio(ED) | TEC | 3 |
| Competência Pessoal(CP) | TEC | 3 |
| Total | | 18 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Se o fator escala contiver um valor mínimo (1 ponto), ou seja, a quantidade de pessoas envolvidas com a aplicação for pequena, os demais fatores deverão compensar este número, possuindo valores altos com exceção de apenas um deles ter valor intermediário. Em empresas, como demonstrado na tabela 13, por exemplo, com um número restrito de pessoas, o dinamismo (mudança de requisitos) poderá ser intermediário (2 pontos) indicando que a equipe será capaz de lidar com uma média de até 15% de alterações de requisitos por mês. Dessa forma, o rigor e a criticalidade do projeto, a previsibilidade técnica, o nível de experiência da organização no domínio dos problemas, a habilidade de trabalhar com processos formais e a competência da equipe irão assumir o valor máximo (3 pontos) implicando em uma compensação entre os fatores.

Se o fator escala assumir o valor intermediário (2 pontos), pode-se diminuir o valor de dois dos demais eixos (gerencial ou técnico), e se o fator escala assumir o valor máximo (3 pontos) pode-se diminuir o valor de três dos demais fatores. Mesmo com o aumento da equipe a complexidade da empresa ainda será alta. Essas organizações estão acostumadas a trabalhar de forma organizada com um alto nível de maturidade. Portanto, mesmo se os demais fatores do gráfico forem alterados a empresa já possui processos bem definidos para lidar com vários fatores. As tabelas 15 e 16 ilustram alguns resultados.

Tabela 15: Eixo Escala com valor intermediário e dois eixos (1 gerencial e 1 técnico) com valor intermediário.

| Eixo | Tipo | Valor |
|------------------------------------|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 2 |
| Dinamismo(DI) | GER | 2 |
| Críticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 3 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 3 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 3 |
| Experiencia no Dominio(ED) | TEC | 2 |
| Competencia Pessoal(CP) | TEC | 3 |
| Total | | 18 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 16: Eixo Escala com valor máximo e três eixos (1 gerencial e 2 técnicos) com valor intermediário.

| Eixo | Tipo | Valor |
|---|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 3 |
| Dinamismo(DI) | GER | 3 |
| Críticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 2 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 3 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 2 |
| Experiencia no Dominio(ED) | TEC | 2 |
| Competencia Pessoal(CP) | TEC | 3 |
| Total | | 18 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Caso o valor escala ocupe a posição máxima no eixo (3 pontos) e todos os fatores também ocupem o maior valor, teremos a faixa máxima que corresponde à Complexidade Alta do Ambiente (21 pontos). Ainda são possíveis os valores:

- 19 pontos: Se o eixo escala possuir valor mínimo (1 ponto), todos os demais eixos deverão possuir valor máximo (3 pontos). Se o eixo escala possuir valor intermediário (2 pontos), um dos demais eixos poderá assumir o valor intermediário (2 pontos) e os demais valor máximo (3 pontos). Se o eixo escala possuir valor máximo (3 pontos), um dos demais eixos poderá assumir o valor mínimo (1 ponto) e os demais o valor máximo (3 pontos). Além disso, ainda é possível ter o eixo escala com valor máximo (3 pontos), dois dos outros fatores com valor intermediário (2 pontos) e os demais fatores com valor máximo (3 pontos).
- 20 pontos: Se o eixo escala possuir valor mínimo (1 ponto) não será possível alcançar a faixa de 20 pontos, permanecendo o somatório em 19 pontos. Se o eixo escala possuir valor intermediário (2 pontos) os demais fatores deverão possuir valor máximo (3 pontos). Se o

eixo escala possuir valor máximo (3 pontos), um dos demais eixos poderá assumir o valor intermediário (2 pontos) e os demais deverão permanecer com o valor máximo (3 pontos).

Em todas as situações possíveis para o quadrante Complexidade do Ambiente Alta (CAL), a pontuação média dos eixos é alta e a porcentagem de valores 3 pontos é alta (variando de 66,67% a 100%), ou seja, a maioria dos fatores do gráfico é considerada alta sempre ocorrendo uma compensação de valores em função do eixo escala. A tabela 17 ilustra alguns resultados possíveis.

Tabela 17: Algumas pontuações possíveis para o perfil Complexidade Alta do Ambiente.

| ES | DI | CF | CM | PA | ED | CP | Total | %Gerencial | %Técnica | %Baixo | %Médio | %Alto |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 21 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 20 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 20 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 20 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 20 | 52,94 | 47,06 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 20 | 52,94 | 47,06 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | 43,75 | 56,25 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 19 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 19 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 19 | 52,94 | 47,06 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 19 | 52,94 | 47,06 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 19 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 19 | 52,94 | 47,06 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 | 47,06 | 52,94 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 18 | 52,94 | 47,06 | 0,00 | 16,67 | 83,33 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 | 43,75 | 56,25 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 18 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 | 43,75 | 56,25 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 | 40,00 | 60,00 | 16,67 | 16,67 | 66,67 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 18 | 46,67 | 53,33 | 16,67 | 16,67 | 66,67 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 18 | 46,67 | 53,33 | 16,67 | 16,67 | 66,67 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela 17 são exibidas sete colunas referentes aos sete eixos: Escala (ES), Dinamismo (DI), Criticalidade/Flexibilidade (CF), Cultura/Maturidade em Processo (CM), Previsibilidade Arquitetural (PA), Experiência no Domínio (ED), Competência Pessoal (CP).

A coluna total exibe a soma da pontuação obtida, referente aos sete eixos. As colunas %Gerencial e %Técnica exibem qual é o valor da porcentagem de eixos gerenciais e técnicos em relação a soma dos fatores referentes a estes eixos, não sendo considerado o fator escala. As três últimas colunas, %Baixo, %Médio e %Alto exibem a porcentagem de vezes que os números 1(Baixo), 2(Médio) e 3(Alto) aparecem nos eixos.

Tomando como exemplo a linha em destaque na tabela, o somatório total de pontos é 20 pontos. A coluna %Gerencial é calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{\sum_1^3 DI, CF, CM * 100}{\sum_1^3 DI, CF, PA, ED, CM, CP} = \frac{(2 + 3 + 3) * 100}{2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3} = 47,06$$

A coluna %Técnica é calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{\sum_1^3 PA, ED, CP * 100}{\sum_1^3 DI, CF, PA, ED, CM, CP} = \frac{(3 + 3 + 3) * 100}{2 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3} = 52,94$$

As demais colunas exibem a porcentagem de vezes que o valor 1 (%Baixo) aparece nos eixos (0%), a porcentagem de vezes que o valor 2 (%Médio) aparece nos eixos (16,67%) e porcentagem de vezes que o valor 3 (%Alto) aparece nos eixos (83,33%). Todos estes valores são calculados em função dos seis fatores DI, CF, CM, PA, ED, CP. As fórmulas abaixo mostram os cálculos efetuados.

$$\frac{\sum_1^3 Valor 1 * 100}{6} = \frac{(0) * 100}{6} = 0$$

$$\frac{\sum_1^3 Valor 2 * 100}{6} = \frac{(1) * 100}{6} = 16,67$$

$$\frac{\sum_1^3 Valor 3 * 100}{6} = \frac{(5) * 100}{6} = 83,33$$

Segundo Royce (1998) para uma organização possuir um alto nível complexidade gerencial e técnica (Complexidade Alta) ela deve adotar as seguintes características chave:

- Maior ênfase em gerência de riscos (Gerencial)
- Maior formalidade nos processos (Gerencial)
- Mais ênfase na equipe de trabalho (Gerencial)

- Maiores fases de concepção e elaboração (Gerencial)
- Maior experiência no domínio requerida (Técnica)
- Maiores fases de concepção e elaboração (Técnica)
- Maior interação de gestão de riscos (Técnica)
- Custos e cronogramas menos previsíveis (Técnica)

Para o perfil Complexidade Baixa do Ambiente, a faixa inicial de valores (7 pontos), segundo Satler (2010), poderá ser alcançada se todos os eixos possuírem valores baixos (1 ponto). A tabela 18 ilustra o resultado.

Tabela 18: Todos os eixos com pontuação baixa.

| Eixo | Tipo | Valor |
|------------------------------------|-------------|--------------|
| Escala(ES) | | 1 |
| Dinamismo(DI) | GER | 1 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 1 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 1 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 1 |
| Experiência no Domínio(ED) | TEC | 1 |
| Competência Pessoal(CP) | TEC | 1 |
| Total | | 7 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Este cenário mostra uma organização com uma necessidade de profissionais generalistas (aqueles que desempenham diversos papéis), tendo em vista que a equipe é pequena (eixo escala com pontuação igual a 1 ponto). Outros fatores interessantes que estão associados a este tipo de empresa são uma pequena alteração nos requisitos, cerca de 10% de alterações por mês (Dinamismo com valor igual a 1 ponto) e que os projetos desenvolvidos podem gerar alguns transtornos mas não geram nenhum tipo de prejuízo (Criticalidade/Flexibilidade com valor igual a 1 ponto).

A faixa máxima, segundo Satler (2010), para o perfil Complexidade Baixa do Ambiente é de 10 pontos e pode ser alcançada de algumas formas diferentes. Se o fator escala possuir o valor mínimo (1 ponto), pode-se ter um dos demais eixos com valor máximo (3 pontos) e outro eixo com valor intermediário (2 pontos). Se o fator escala possuir o valor intermediário (2 pontos), pode-se ter uma variação nos demais eixos de forma que a pontuação alcance o valor máximo permitido na faixa de valores do perfil. Uma primeira opção é ter um dos demais fatores com pontuação máxima (3 pontos) e os demais com pontuação mínima (1 ponto). Outra opção é ter dois dos demais fatores com pontuação

intermediária (2 pontos) e os fatores restantes com pontuação mínima (1 ponto). Se o fator escala possuir valor máximo (3 pontos) só será possível atingir a pontuação máxima com qualquer um dos demais fatores com valor intermediário (2 pontos) e o restante dos fatores com valor baixo (1 ponto). Algumas situações possíveis podem ser visualizadas nas tabelas 19, 20, 21 e 22.

Tabela 19: Eixo Escala com valor mínimo, 1 eixo (gerencial) com valor máximo e 1 eixo (gerencial) com valor intermediário.

| Eixo | Tipo | Valor |
|--|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 1 |
| Dinamismo(DI) | GER | 3 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 2 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 1 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 1 |
| Experiencia no Dominio(ED) | TEC | 1 |
| Competencia Pessoal(CP) | TEC | 1 |
| Total | | 10 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 20: Eixo Escala com valor intermediário e um dos eixos com valor máximo.

| Eixo | Tipo | Valor |
|------------------------------------|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 2 |
| Dinamismo(DI) | GER | 3 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 1 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 1 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 1 |
| Experiencia no Dominio(ED) | TEC | 1 |
| Competencia Pessoal(CP) | TEC | 1 |
| Total | | 10 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 21: Eixo Escala com valor intermediário e dois eixos com valor intermediário.

| Eixo | Tipo | Valor |
|---|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 2 |
| Dinamismo(DI) | GER | 2 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 1 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 1 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 2 |
| Experiencia no Dominio(ED) | TEC | 1 |
| Competencia Pessoal(CP) | TEC | 1 |
| Total | | 10 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 22: Eixo Escala com valor máximo, um dos eixos com valor intermediário e os demais eixos com valor mínimo.

| Eixo | Tipo | Valor |
|------------------------------------|------------|-----------|
| Escala(ES) | | 3 |
| Dinamismo(DI) | GER | 2 |
| Criticalidade/Flexibilidade(CF) | GER | 1 |
| Cultura/Maturidade em Processo(CM) | GER | 1 |
| Previsibilidade Arquitetural(PA) | TEC | 1 |
| Experiencia no Dominio(ED) | TEC | 1 |
| Competencia Pessoal(CP) | TEC | 1 |
| Total | | 10 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela 19, por exemplo, a organização conta com uma equipe pequena (1 ponto). Dessa forma alguns valores de alguns eixos deverão compensar esta pontuação. É o caso do dinamismo (3 pontos) que indica que a quantidade de alterações pode superar a faixa de 15% ao mês. Além disso, a Criticalidade/Flexibilidade ocupa um valor intermediário (2 pontos) indicando um rigor contratual moderado.

Em todas as situações possíveis para o quadrante Complexidade Baixa do Ambiente (CBA), a pontuação média dos eixos é baixa e a porcentagem de valores 1 ponto é alta (%Baixo variando de 66,67% a 100%), ou seja, a maioria dos fatores do gráfico é considerada baixa ocorrendo uma compensação de valores em função do eixo escala. A tabela 23 ilustra alguns resultados possíveis.

Tabela 23: Algumas pontuações possíveis para o perfil Complexidade Baixa do Ambiente.

| ES | DI | CF | CM | PA | ED | CP | Total | %Gerencial | %Técnica | %Baixo | %Médio | %Alto |
|----|----|----|----|----|----|----|-------|------------|----------|--------|--------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 50,00 | 50,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 66,67 | 33,33 | 66,67 | 16,67 | 16,67 |
| 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 62,50 | 37,50 | 83,33 | 0,00 | 16,67 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 10 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 33,33 | 0,00 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 | 37,50 | 62,50 | 66,67 | 33,33 | 0,00 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 33,33 | 0,00 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 10 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 33,33 | 0,00 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 10 | 42,86 | 57,14 | 83,33 | 16,67 | 0,00 |
| 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 66,67 | 33,33 | 66,67 | 16,67 | 16,67 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Os critérios de cálculos foram os mesmos adotados para o perfil Complexidade Alta do Ambiente. Na linha em destaque na tabela, o somatório total de pontos é 10 pontos. A %Gerencial é calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{\sum_1^3 DI, CF, CM * 100}{\sum_1^3 DI, CF, PA, ED, CM, CP} = \frac{(3 + 1 + 1) * 100}{3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 62,5$$

A % Técnica é calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{\sum_1^3 PA, ED, CP * 100}{\sum_1^3 DI, CF, PA, ED, CM, CP} = \frac{(1 + 1 + 1) * 100}{3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 37,5$$

As demais colunas exibem a porcentagem que o valor 1 (%Baixo) aparece nos eixos (83,33%), a porcentagem de vezes que o valor 2 (%Médio) aparece nos eixos (0%) e porcentagem de vezes que o valor 3 (%Alto) aparece nos eixos (16,67%). Todos estes valores são calculados em função dos seis fatores DI, CF, CM, PA, ED, CP.

Royce (1998) relata que, organizações que possuem um nível baixo de complexidade gerencial e técnica (Complexidade Baixa) devem adotar as seguintes características:

- Menor ênfase em gestão de riscos (Gerencial)
- Menor formalidade nos processos (Gerencial)
- Mais ênfase nas habilidades individuais (Gerencial)
- Maiores fases de produção e transição (Gerencial)
- Mais ênfase sobre os ativos existentes (Técnica)
- Menor fase de iniciação e elaboração (Técnica)
- Menos interações (Técnica)
- Custos mais previsíveis e horários (Técnica)

Os perfis Complexidade Média Gerencial do Ambiente e Complexidade Média Técnica do Ambiente, segundo Satler (2010), possuem a mesma pontuação diferenciando apenas em uma comparação dos valores obtidos. A faixa mínima equivale a 11 pontos e a máxima a 17 pontos. Tomando o fator escala variando de 1, 2, 3 pontos, várias situações serão possíveis. Algumas delas podem ser visualizadas na tabela 24.

Tabela 24: Algumas pontuações possíveis para o perfil Complexidade Média Gerencial do Ambiente e Complexidade Média Técnica do Ambiente.

| Nº | ES | DI | CF | CM | PA | ED | CP | Total | %Gerencial | %Técnica | %Baixo | %Médio | %Alto | Perfil |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|------------|----------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 | 70,00 | 30,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | CMG |
| 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 11 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | X |
| 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 11 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | X |
| 6 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 12 | 54,55 | 45,45 | 16,67 | 83,33 | 0,00 | CMG |
| 7 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 12 | 54,55 | 45,45 | 33,33 | 50,00 | 16,67 | CMG |
| 8 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 12 | 45,45 | 54,55 | 16,67 | 83,33 | 0,00 | CMT |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| 9 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 12 | 63,64 | 36,36 | 50,00 | 16,67 | 33,33 | CMG |
| 10 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 13 | 50,00 | 50,00 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | X |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 13 | 25,00 | 75,00 | 50,00 | 0,00 | 50,00 | CMT |
| 12 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 14 | 53,85 | 46,15 | 33,33 | 16,67 | 50,00 | CMG |
| 13 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 14 | 53,85 | 46,15 | 16,67 | 50,00 | 33,33 | CMG |
| 14 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 15 | 57,14 | 42,86 | 16,67 | 33,33 | 50,00 | CMG |
| 15 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 15 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 66,67 | 33,33 | X |
| 16 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 16 | 53,33 | 46,67 | 0,00 | 50,00 | 50,00 | CMG |
| 17 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 16 | 46,67 | 53,33 | 0,00 | 50,00 | 50,00 | CMT |
| 18 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17 | 43,75 | 56,25 | 0,00 | 33,33 | 66,67 | CMT |
| 19 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 17 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 33,33 | 66,67 | X |
| 20 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 | 70,00 | 30,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | CMG |
| 21 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 12 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | X |
| 22 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 12 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | X |
| 23 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 13 | 54,55 | 45,45 | 16,67 | 83,33 | 0,00 | CMG |
| 24 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 13 | 54,55 | 45,45 | 33,33 | 50,00 | 16,67 | CMG |
| 25 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 13 | 63,64 | 36,36 | 50,00 | 16,67 | 33,33 | CMG |
| 26 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 14 | 50,00 | 50,00 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | X |
| 27 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 14 | 25,00 | 75,00 | 50,00 | 0,00 | 50,00 | CMT |
| 28 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 15 | 53,85 | 46,15 | 33,33 | 16,67 | 50,00 | CMG |
| 29 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 15 | 53,85 | 46,15 | 16,67 | 50,00 | 33,33 | CMG |
| 30 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 16 | 57,14 | 42,86 | 16,67 | 33,33 | 50,00 | CMG |
| 31 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 16 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 66,67 | 33,33 | X |
| 32 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 17 | 53,33 | 46,67 | 0,00 | 50,00 | 50,00 | CMG |
| 33 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 17 | 46,67 | 53,33 | 0,00 | 50,00 | 50,00 | CMT |
| 34 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 | 70,00 | 30,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | CMG |
| 35 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 13 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | X |
| 36 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 13 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 | X |
| 37 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 14 | 54,55 | 45,45 | 16,67 | 83,33 | 0,00 | CMG |
| 38 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 14 | 54,55 | 45,45 | 33,33 | 50,00 | 16,67 | CMG |
| 39 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 14 | 45,45 | 54,55 | 16,67 | 83,33 | 0,00 | CMT |
| 40 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 14 | 63,64 | 36,36 | 50,00 | 16,67 | 33,33 | CMG |
| 41 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 15 | 50,00 | 50,00 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | X |
| 42 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 15 | 25,00 | 75,00 | 50,00 | 0,00 | 50,00 | CMT |
| 43 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 16 | 53,85 | 46,15 | 33,33 | 16,67 | 50,00 | CMG |

Fonte: Elaborado pelo autor

No exemplo da linha 1, a porcentagem dos fatores gerenciais é 70% e a de fatores técnicos 30%. Isso implica na organização possuir um perfil mais gerencial do que técnico. O dinamismo obteve pontuação máxima, ou seja, os projetos possuem um número muito alto de alterações. Além disso, o fator Criticalidade/Flexibilidade também obteve pontuação máxima, ou seja, a organização necessita de muito rigor contratual. Os demais fatores obtiveram

pontuação mínima (1 ponto) implicando na organização já possuir um conhecimento elevado da arquitetura, ser especialista no desenvolvimento em uma determinada área e possuir uma equipe experiente capaz de atender necessidades sem precedentes. Na linha 11 é apresentado um exemplo de uma organização que possui a porcentagem de fatores técnicos (75%) maior que a porcentagem de fatores gerenciais (25%) tendendo para um perfil mais técnico do que gerencial. Três de seus eixos receberam pontuação máxima (3 pontos). A organização não possui um conhecimento adequado da arquitetura necessária para os projetos, é capaz de desenvolver projetos em qualquer grande área do conhecimento não possuindo um domínio específico e possui uma equipe imatura que necessita de seguir passos de um método procedural.

Existe um problema recorrente (coluna perfil com marcação “X”) para a situação em que a quantidade de pontos dos eixos gerenciais (%Gerencial) é igual à quantidade de pontos de eixos técnicos (%Técnica). A tabela 25 ilustra alguns exemplos possíveis.

Tabela 25: Algumas pontuações possíveis em que o perfil Complexidade Média Gerencial do Ambiente possui a mesma pontuação do perfil Complexidade Média Técnica do Ambiente.

| Nº | ES | DI | CF | CM | PA | ED | CP | Total | %Gerencial | %Técnica | %Baixo | %Médio | %Alto |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|------------|----------|--------|--------|-------|
| 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 11 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 |
| 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 11 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 |
| 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 13 | 50,00 | 50,00 | 33,33 | 33,33 | 33,33 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 15 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 66,67 | 33,33 |
| 5 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 17 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 33,33 | 66,67 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 12 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 |
| 7 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 12 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 14 | 50,00 | 50,00 | 33,33 | 33,33 | 33,33 |
| 9 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 16 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 66,67 | 33,33 |
| 10 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 13 | 50,00 | 50,00 | 66,67 | 0,00 | 33,33 |

Fonte: Elaborado pelo autor

O problema ocorre em qualquer pontuação do eixo escala e, em alguns casos, a pontuação é distribuída de forma uniforme entre os eixos, tanto gerenciais como técnicos, como pode ser visto na tabela 25 nas linhas em destaque (linhas 3 e 8). O tratamento para esta exceção deve seguir um critério específico.

Royce (1998) considera um exemplo no qual são comparados dois projetos:

- Um projeto Pequeno: 50000 linhas de código com uma equipe de 5 pessoas. Levou em torno de 1 mês para inicialização, 2 meses de elaboração, 5 meses para construção e 2 meses de transição;

- Um projeto Grande/Complexo: 300000 linhas de código, com uma equipe de 40 pessoas. Levou em torno de 8 meses de inicialização, 14 meses de elaboração, 20 meses para construção e 8 meses de transição.

A tabela 26 ilustra a distribuição de esforço necessário entre as fases dos dois projetos

Tabela 26: Diferenças no esforço envolvido em projetos pequenos e grandes/complexos.

| Projeto | Engenharia/Elaboração | | Produção | |
|-----------------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| | Inicialização | Elaboração | Construção | Transição |
| Pequeno | 10% | 20% | 50% | 20% |
| Grande/Complexo | 15% | 30% | 40% | 15% |

Fonte: Adaptado de Royce(1998)

A grande diferença está na quantidade de tempo gasto na fase de engenharia/elaboração comparado com a fase de produção. No caso de projetos pequenos, a fase de engenharia/elaboração é de 30% e a fase de produção de 70%. Em projetos grandes/complexos a fase de engenharia/elaboração é de 45% e de produção de 55%. Levando-se em conta o fator escala, quanto menor for seu valor, menos tempo será gasto com a fase de engenharia/elaboração e mais tempo com a fase de produção. Caso o fator atinja um valor alto as duas fases terão proporções semelhantes, com uma pequena variação.

*« Eixo Escala → « Fase de Engenharia/Elaboração » Fase de Produção
 » Eixo Escala → Fase de Engenharia ≅ Fase de Produção*

Royce (1998) relata ainda que a influência de vários fatores do processo de desenvolvimento do software está diretamente relacionada ao sucesso ou ao fracasso do mesmo. A tabela 27 exhibe as prioridades no fluxo de trabalho de um projeto.

Tabela 27: Prioridades no Fluxo de Trabalho.

| Ordem | Projetos Pequenos | Projetos Grandes/Complexos |
|-------|-------------------|----------------------------|
| 1 | Design | Gestão |
| 2 | Implementação | Design |
| 3 | Desenvolvimento | Requisitos |
| 4 | Requisitos | Avaliação |
| 5 | Avaliação | Ambiente |
| 6 | Gestão | Implementação |
| 7 | Ambiente | Desenvolvimento |

Fonte: Adaptado de Royce(1998)

De acordo com o exposto, os eixos gerenciais e técnicos também devem possuir uma prioridade em seus fatores. Analisando a tabela 27 e fazendo uma associação das prioridades aos fatores gerenciais e técnicos será possível traçar uma ordem de tratamento dos valores no caso de igualdade do somatório de fatores gerenciais e técnicos. A tabela 28 ilustra a associação:

Tabela 28: Prioridades no Fluxo de Trabalho e Eixos Associados.

| Ordem | Característica | Eixo Associado | Tipo |
|-------|-----------------|--------------------------------|-----------|
| 1 | Design | Previsibilidade Arquitetural | Técnico |
| 2 | Implementação | Competência Pessoal | Técnico |
| 3 | Desenvolvimento | Experiência no Domínio | Técnico |
| 4 | Requisitos | Dinamismo | Gerencial |
| 5 | Avaliação | Criticalidade/Flexibilidade | Gerencial |
| 6 | Gestão | Cultura/Maturidade em Processo | Gerencial |
| 7 | Ambiente | Cultura/Maturidade em Processo | Gerencial |

Fonte: Elaborado pelo autor

Com essas informações é possível estabelecer uma ordem de prioridade em caso de empate dos fatores gerenciais e técnicos, conforme tabela 29:

Tabela 29: Prioridades no Fluxo de Trabalho e seus Pesos.

| Ordem | Projetos Pequenos (Eixo Escala = 1) | Projetos Grandes/Complexos (Eixo Escala = 3) | Peso |
|-------|--|---|------|
| 1 | Previsibilidade Arquitetural | Cultura/Maturidade em Processo | 7 |
| 2 | Competência Pessoal | Previsibilidade Arquitetural | 6 |
| 3 | Experiência no Domínio | Dinamismo | 5 |
| 4 | Dinamismo | Criticalidade/Flexibilidade | 4 |
| 5 | Criticalidade/Flexibilidade | Cultura/Maturidade em Processo | 3 |
| 6 | Cultura/Maturidade em Processo | Competência Pessoal | 2 |
| 7 | Cultura/Maturidade em Processo | Experiência no Domínio | 1 |

Fonte: Adaptado de Royce(1998)

A cada valor de ordem de prioridade será atribuído um peso. Como a ordem de prioridade é decrescente, ou seja, inicia pela ordem 7, esta deverá possuir o maior peso. Nos projetos pequenos o primeiro fator a ser considerado é a Previsibilidade Arquitetural (Peso maior = 7) e o último fator a ser considerado será a Cultura/Maturidade em Processo (Peso menor = 1). Em projetos grandes/complexos o primeiro fator a ser considerado é a Cultura/Maturidade em Processo (Peso maior = 7) e o último fator a ser considerado será a Experiência no Domínio (Peso menor = 1).

Na tabela 25 linha 1, por exemplo, o eixo escala possui o valor 1 (baixo). A prioridade entre os eixos será:

$$\begin{array}{l}
 PA: 3 \times 7 = 21 \\
 CP: 1 \times 6 = 6 \\
 ED: 1 \times 5 = 5 \\
 \mathbf{DI: 3 \times 4 = 12} \\
 \mathbf{CF: 1 \times 3 = 3} \\
 \mathbf{CM: 1 \times 2 = 2} \\
 \mathbf{CM: 1 \times 1 = 1}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} PA \\ CP \\ ED \\ DI \\ CF \\ CM \\ CM \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Técnicos} \\ \\ \\ \text{Gerenciais} \\ \end{array}$$

$$\Sigma \text{Gerencial} = 18 \text{ e o } \Sigma \text{Técnico} = 32$$

$$\Sigma \text{Gerencial} < \Sigma \text{Técnico}$$

Perfil: Complexidade Média Técnica do Ambiente

Outro exemplo, tabela 25 linha 10. O eixo escala possui o valor 3 (alto). A prioridade dos eixos será

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{CM: 1 \times 7 = 7} \\
 PA: 3 \times 6 = 18 \\
 \mathbf{DI: 3 \times 5 = 15} \\
 \mathbf{CF: 1 \times 4 = 4} \\
 \mathbf{CM: 1 \times 3 = 3} \\
 CP: 1 \times 2 = 2 \\
 ED: 1 \times 1 = 1
 \end{array}$$

$$\Sigma \text{Gerencial} = 29 \text{ e o } \Sigma \text{Técnico} = 21$$

$$\Sigma \text{Gerencial} > \Sigma \text{Técnico}$$

Perfil: Complexidade Média Gerencial do Ambiente

Existe ainda a possibilidade do eixo escala assumir um valor igual a 2 pontos (intermediário). Caso ocorra esta situação, deverá ser feita uma média aritmética simples envolvendo pesos de projetos pequenos com os pesos de projetos grandes/complexos. Um exemplo está na tabela 25 linha 7. Considerando inicialmente o perfil como sendo de projetos pequenos:

$$\begin{array}{l}
 PA: 1 \times 7 = 7 \\
 CP: 1 \times 6 = 6 \\
 ED: 3 \times 5 = 15 \\
 \mathbf{DI: 3 \times 4 = 12} \\
 \mathbf{CF: 1 \times 3 = 3} \\
 \mathbf{CM: 1 \times 2 = 2} \\
 \mathbf{CM: 1 \times 1 = 1}
 \end{array}$$

$$\Sigma \text{Gerencial} = 28 \text{ e o } \Sigma \text{Técnico} = 18$$

Considerando o perfil como sendo de projetos grandes/complexos:

$$CM: 1 \times 7 = 7$$

$$PA: 1 \times 6 = 6$$

$$DI: 3 \times 5 = 15$$

$$CF: 1 \times 4 = 4$$

$$CM: 1 \times 3 = 3$$

$$CP: 1 \times 2 = 2$$

$$ED: 3 \times 1 = 3$$

$$\Sigma Gerencial = 29 \text{ e o } \Sigma Técnico = 11$$

A média aritmética simples entre o $\Sigma Gerencial$ e o $\Sigma Técnico$ será:

$$\Sigma Gerencial(\text{pequenos}) = 28 \text{ e } \Sigma Gerencial(\text{grandes/complexos}) = 29$$

$$Média = \frac{28 + 29}{2} = 28,5$$

$$\Sigma Técnico(\text{pequenos}) = 18 \text{ e } \Sigma Técnico(\text{grandes/complexos}) = 11$$

$$Média = \frac{18 + 11}{2} = 14,5$$

$$Média \Sigma Gerencial > Média \Sigma Técnico$$

Perfil: Complexidade Média Gerencial do Ambiente

Existe ainda a possibilidade de ocorrer um empate entre os somatórios. O exemplo abaixo, tabela 25 linha 8, ilustra a situação.

Considerando inicialmente o perfil como sendo para projetos pequenos:

$$PA: 2 \times 7 = 14$$

$$CP: 1 \times 6 = 6$$

$$ED: 3 \times 5 = 15$$

$$DI: 2 \times 4 = 8$$

$$CF: 3 \times 3 = 9$$

$$CM: 1 \times 2 = 2$$

$$CM: 1 \times 1 = 1$$

$$\Sigma Gerencial = 20 \text{ e o } \Sigma Técnico = 35$$

Considerando o perfil como sendo de projetos grandes/complexos:

$$\begin{aligned}
 CM: 1 \times 7 &= 7 \\
 PA: 2 \times 6 &= 12 \\
 DI: 2 \times 5 &= 10 \\
 CF: 3 \times 4 &= 12 \\
 CM: 1 \times 3 &= 3 \\
 CP: 1 \times 2 &= 2 \\
 ED: 3 \times 1 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\sum Gerencial = 32 \text{ e o } \sum Técnico = 17$$

A média aritmética simples entre o $\sum Gerencial$ e o $\sum Técnico$ será:

$$\sum Gerencial (pequenos) = 20 \text{ e } \sum Gerencial (grandes/complexos) = 32$$

$$Média = \frac{20 + 32}{2} = 26$$

$$\sum Técnico (pequenos) = 35 \text{ e } \sum Técnico (grandes/complexos) = 17$$

$$Média = \frac{35 + 17}{2} = 26$$

$$Média \sum Gerencial = Média \sum Técnico$$

Perfil: Ainda não é possível determinar

Caso ocorra um empate nas médias, como o exemplo acima, o seguinte critério deverá ser adotado: Verificar qual é a maior pontuação para fatores técnicos e qual é a maior pontuação para fatores gerenciais e, em seguida, fazer uma comparação entre as duas pontuações e estabelecer qual é a maior.

Para simples ilustração, foram criadas aqui duas variáveis: *maiorPontuaçãoGerencial* e *maiorPontuaçãoTécnica* que irão armazenar a maior pontuação referente aos eixos técnicos e a maior pontuação referente aos eixos gerenciais.

$$\begin{aligned}
 \sum Gerencial \text{ Projetos Pequenos} &< \sum Gerencial \text{ Projetos Grandes/Complexos} \\
 maiorPontuação Gerencial &= \sum Gerencial \text{ Projetos Grandes/Complexos}
 \end{aligned}$$

Logo após será necessário verificar qual é a maior pontuação técnica:

$$\sum \text{Técnico Projetos Pequenos} > \sum \text{Técnico Projetos Grandes/Complexos}$$
$$\text{maiorPontuação Técnica} = \sum \text{Técnico Projetos Pequenos}$$

No exemplo ilustrado:

$$\text{maiorPontuação Gerencial} = 32$$

$$\text{maiorPontuação Técnica} = 35$$

$$\text{maiorPontuação Técnica} > \text{maiorPontuaçãoGerencial}$$

Perfil: Complexidade Média Técnica

Royce (1998) relata que, organizações que possuem um nível de Complexidade Média Gerencial devem adotar as seguintes características:

- Maior ênfase em gerência de riscos (Gerencial)
- Maior formalidade nos processos (Gerencial)
- Mais ênfase na equipe de trabalho (Gerencial)
- Maiores fases de concepção e elaboração (Gerencial)
- Mais ênfase sobre os ativos existentes (Técnica)
- Menor fase de iniciação e elaboração (Técnica)
- Menos interações (Técnica)
- Custos e horários mais previsíveis (Técnica)

E para um nível de Complexidade Média Técnica:

- Menor ênfase em gestão de riscos (Gerencial)
- Menor formalidade nos processos (Gerencial)
- Mais ênfase nas habilidades individuais (Gerencial)
- Maiores fases de produção e transição (Gerencial)
- Maior experiência no domínio requerida (Técnica)
- Maiores fases de concepção e elaboração (Técnica)

- Maior interação de gestão de riscos (Técnica)
- Custos e cronogramas menos previsíveis (Técnica)

4 PROTÓTIPO DE UM SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO PARA INDICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Como forma de que a abordagem aqui descrita pode ser utilizada por MPEs, foi construído um protótipo para Web utilizando a linguagem Java. A ideia principal é que empresas piloto possam utilizar esse protótipo com fins de validação das regras descritas.

4.1 A Escolha das Ferramentas

Para implementação do protótipo foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- Eclipse IDE: IDE de desenvolvimento em Java da IBM, que pode ser encontrada no seguinte link: <http://www.eclipse.org/>. A versão utilizada foi a Helios;
- Hibernate: um framework que permite aos desenvolvedores utilizar suas classes POJO (*Plain Old Java Objects*) para efetuar o mapeamento objeto-relacional. Além disso, permite que a aplicação seja independente do SGBD. O Hibernate pertence a JBoss Community e pode ser encontrado no seguinte link: <http://www.hibernate.org/> ;
- Java Platform Enterprise Edition (Java EE): Plataforma Java, que pertence atualmente a ORACLE (www.oracle.com). Permite desenvolver aplicativos JAVA para a Web. Pode ser encontrada em: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>
- Drools Platform: O Drools é uma plataforma de integração de negócios lógicos (*BLIP - Business Logic Integration Platform*). É um projeto *open source* apoiado pela JBoss e Red Hat, Inc. e todo escrito em Java. O trabalho de construção do Drools, segundo Bali (2009), iniciou em 2001 e sofreu muitas mudanças. A versão 1.0 começou com uma pesquisa de força bruta linear e na versão 2.0 foi utilizado o algoritmo “rete” que impulsionou o desempenho da plataforma. A versão 3.0 introduziu o conceito de drl, uma linguagem específica para a criação de regras. A versão 4.0 obteve algumas melhorias importantes em termos de desempenho, juntamente com a primeira versão de um sistema de gestão de negócios para regras ou o *Business Rules Management System (BRMS)*. Tudo isso serviu de base para a

atual versão, utilizada nesse trabalho, a 5.0. O Drools pode ser encontrado no seguinte link: <http://www.jboss.org/drools>

4.2 Funcionalidades do protótipo

O protótipo permite o cadastro de vários usuários, que são, por exemplo, os gerentes de projeto das empresas piloto. Além disso, é possível cadastrar quantas empresas forem necessárias permitindo que o usuário possa cadastrar filiais da empresa. O protótipo permite ainda a inserção de vários perfis por empresa. Dessa forma o gerente de projetos pode criar perfis diferentes para fazer comparações entre as práticas recomendadas para cada um deles e concluir quais são mais adaptadas ao ambiente da empresa. As figuras 4.1, 4.2 e 4.3 ilustram as telas do protótipo, sendo, respectivamente, cadastro de usuário, cadastro de empresas e cadastro de perfis.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

INSERIR NOVO USUÁRIO

- Preencha os campos com as informações necessárias e em seguida clique sobre o botão "InserirNovo".
- Utilize o botão "Limpar" para restaurar os valores originais dos campos.
- Você receberá um E-Mail de confirmação com os dados para acesso ao Sistema de Recomendação
- Os campos assinalados com * são obrigatórios.

DADOS DO USUÁRIO:

Nome:*

CPF:*

Sexo:

Profissão:

Telefone:

Celular:

Data de Nascimento:

Nacionalidade:

Naturalidade:

E-mail:*

ENDEREÇO:

Rua:

Número:

Complemento:

Bairro:

Cidade:

Estado:

Figura 4.1. Tela de cadastro de usuários.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE



Empresa Perfil Comparativos Práticas Configurações Informações **Fechar**

Listar Empresas - Inserir Empresa

INSERIR NOVA EMPRESA

- Preencha os campos com as informações necessárias e em seguida clique sobre o botão "Inserir".
- Utilize o botão "Limpar" para restaurar os valores originais dos campos.
- Para retornar à página anterior, utilize o botão "Voltar"
- Os campos assinalados com * são obrigatórios.

DADOS DA EMPRESA:

Razão Social:*

CNPJ:

Telefone :

Celular:

Fax:

E-mail:

ENDEREÇO:

Rua:

Número:

Complemento:


Bairro:

Cidade:


Estado:

Cep:

Figura 4.2. Tela de cadastro de empresas.
Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE



Empresa Perfil Comparativos Práticas Configurações Informações **Fechar**

Listar Perfis - Inserir Perfil

INSERIR NOVO PERFIL

- Preencha os campos com as informações necessárias e em seguida clique sobre o botão "Inserir".
- Utilize o botão "Limpar" para restaurar os valores originais dos campos.
- Para retornar à página anterior, utilize o botão "Voltar"
- Os campos assinalados com * são obrigatórios.

DADOS DO PERFIL:

Nome:*

Empresa:*

DADOS DOS EIXOS DO GRÁFICO:

Escala:

Dinamismo:

Criticalidade/Flexibilidade:

Cultura/Maturidade em Processo:

Previsibilidade Arquitetural:

Experiencia no Dominio:

Competencia Pessoal:

ARQUIVO GERADO COM PERFIL DA EMPRESA:

Caso tenha o arquivo gerado com o perfil da empresa utilize o botão ao lado para selecionar e carregar o mesmo.

Figura 4.3. Tela de cadastro de perfis.
Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

Após a inserção da(s) empresa(s) e do(s) perfil(is), é possível executar as regras de classificação preliminar que permitem identificar em qual quadrante a empresa estará. Para isso basta acessar o menu “Perfil”, escolher um dos perfis cadastrados e clicar na opção “executar regras”. A figura 4.4 ilustra a tela.



Figura 4.4. Tela de listagem de perfis.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

Serão executadas em seguida as regras de confirmação que irão gerar uma lista de questões com características para a empresa com caráter cumulativo, ou seja, para uma empresa com perfil de Complexidade Média Gerencial (CMG), por exemplo, será gerada uma lista de questões referentes ao perfil Complexidade Baixa do Ambiente (CBA) acrescido das questões específicas do perfil Complexidade Média Gerencial (CMG). Esta lista de questões será exibida em tela para que o usuário possa responder cada uma delas, apenas marcando “sim” ou “não”. A figura 4.5 ilustra a tela com algumas questões de exemplo.

De posse das respostas das questões serão executadas, em seguida, as regras de classificação final. Estas regras serão responsáveis por fazer cálculos de ponderação com base no quadrante encontrado anteriormente nas regras de classificação preliminar e nos valores das respostas das questões. Finalizando o processo serão executadas as regras de enumeração que irão gerar uma lista com as boas práticas de desenvolvimento de software para aquele perfil de empresa. A figura 4.6 ilustra a tela com a lista de boas práticas.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE



Empresa
Perfil
Comparativos
Práticas
Configurações
Informações
Fechar

Listar Perfis - Inserir Perfil

QUESTIONÁRIO SOBRE AS BOAS PRÁTICAS RECOMENDADAS

■ Escolha um resposta (Sim ou Não) e em seguida clique sobre o botão "Executar".

DADOS DO PERFIL:

Nome:

Empresa:

Quadrante:



QUESTÕES:

- As iterações são divididas moderadamente nas fases de elaboração e construção? Sim Não
- Existe um esforço moderado nas etapas de projeto e implementação? Sim Não
- Existe balanceamento entre demonstrações executáveis e simulações? Sim Não
- A Ênfase na gerência de alterações é moderada? Sim Não
- Existem estágios moderados de engenharia? Sim Não
- As considerações e alterações nos artefatos de análise e projeto são moderadas? Sim Não
- Existe uma alocação moderada nos requisitos e projeto da solução? Sim Não

Figura 4.5. Tela de questões sobre o perfil da empresa.
Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE



Empresa
Perfil
Comparativos
Práticas
Configurações
Informações
Fechar

Listar Perfis - Inserir Perfil

LISTA DE BOAS PRÁTICAS RECOMENDADAS

■ Escolha um ou mais práticas, em seguida clique sobre o botão "Executar".

■ O quadrante calculado refere-se ao quadrante da Empresa antes do questionário.

■ O quadrante recomendado refere-se a uma recomendação baseada nas respostas do questionário anterior.

■ As boas práticas são cumulativas, sendo que as referentes ao quadrante Complexidade Baixa são básicas.

■ Legenda: **CAL**: Complexidade Alta, **CMT**: Complexidade Média Técnica, **CBA**: Complexidade Baixa, **CMG**: Complexidade Média Gerencial

DADOS DO PERFIL:

Nome:

Empresa:

Quadrante calculado inicialmente:

Quadrante recomendado:



Após uma análise das respostas do questionário anterior, o quadrante sofreu uma alteração.

| Boas Práticas Recomendadas: | Tipo: | Quadrante: | | Boas Práticas Recomendadas: | Tipo: | Quadrante: |
|---|-----------|------------|-----|-----------------------------|-------|------------|
| <input type="checkbox"/> Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos do projeto com os interessados | Gerencial | CBA | >>> | | | |
| <input type="checkbox"/> Comunicação formal das atividades do projeto com todos os interessados | Gerencial | CMT | <<< | | | |
| <input type="checkbox"/> Controle formal de orçamento do projeto (Planilha de orçamento) | Gerencial | CMT | | | | |
| <input type="checkbox"/> Cronograma com dependências entre as atividades, marcos de controle e produtos de trabalho gerados | Gerencial | CMT | | | | |

Figura 4.6. Tela com a lista de boas práticas para o perfil da empresa.
Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

As boas práticas exibidas são uma sugestão baseada no perfil da empresa. É possível escolher dentre as práticas, quais as que mais se adaptam à realidade da organização, apenas selecionando cada uma delas na coluna da esquerda e adicionando para a coluna da direita. Em seguida é possível gerar um relatório, no formato PDF, contendo a lista das boas práticas selecionadas. Para isso basta acessar a tela de exibição de perfis (figura 4.4) e clicar na opção “exibir práticas”. As figura 4.7 e 4.8 exibem, respectivamente, a tela contendo a lista de boas práticas selecionadas e o relatório gerado.

É possível ter acesso ao relatório com as práticas selecionadas a qualquer momento. Basta acessar a tela de exibição de perfis (figura 4.4) e clicar na opção “exibir práticas”. Caso o perfil não tenha sido submetido a nenhuma avaliação das boas práticas o sistema exibirá a mensagem “Não existem práticas selecionadas para este perfil.” relatando que o mesmo não possui práticas selecionadas.

The screenshot shows a web application interface for the Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Informática, Laboratório de Engenharia de Software. The page title is "LISTA DE BOAS PRÁTICAS ESCOLHIDAS POR PERFIL".

DADOS DO PERFIL:

- Nome: Perfil 1
- Empresa: Empresa Teste
- Quadrante Recomendado: CAL - Complexidade Alta

Matriz de Complexidade Técnica:

| | | | |
|----------------------------|---|--|---------------------------|
| Baixo Complexidade Técnica | Complexidade de Análises MERA (MEDIANA) | Complexidade de Análises ALTA (circled in red) | Alta Complexidade Técnica |
| Baixo Complexidade Técnica | Complexidade de Análises BAIXA | Complexidade de Análises MÉDIA (GERENCIAL) | Alta Complexidade Técnica |

Boas Práticas Escolhidas:

| Boas Práticas Escolhidas: | Tipo: |
|--|-----------|
| 1 - Identificação e monitoramento formal de riscos do projeto, com relação de impacto e probabilidade | Gerencial |
| 2 - Identificação e monitoramento formal de problemas do projeto | Gerencial |
| 3 - Gerência formal de riscos incluindo além de identificação, o planejamento de resposta aos riscos | Gerencial |
| 4 - Gerência formal de problemas incluindo além da identificação o registro de ações para correção de desvios | Gerencial |
| 5 - Gerência de configuração do projeto, com identificação, coleta, armazenamento e distribuição das informações incluindo regras de segurança e confidencialidade | Gerencial |
| 6 - Dimensionamento do projeto sob o ponto de vista do usuário (Planilha de APF) | Gerencial |
| 7 - Dimensionamento de esforço e custo do projeto (Relação entre tamanho, produtividade e valor) | Gerencial |

Buttons: Imprimir, Voltar

Figura 4.7. Tela com a lista de boas práticas selecionadas para o perfil da empresa. Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

| ORD | BOA PRÁTICA ESCOLHIDA | TIPO |
|--|--|------|
| 1 | Identificação e monitoramento formal de riscos do projeto, com relação de impacto e probabilidade | GER |
| Justificativa: Identificação e monitoramento formal de riscos do projeto, com relação de impacto e probabilidade | | |
| 2 | Identificação e monitoramento formal de problemas do projeto | GER |
| Justificativa: Identificação e monitoramento formal de problemas do projeto | | |
| 3 | Gerência formal de riscos incluindo além de identificação, o planejamento de resposta aos riscos | GER |
| Justificativa: Gerência formal de riscos incluindo além de identificação, o planejamento de resposta aos riscos | | |
| 4 | Gerência formal de problemas incluindo além da identificação o registro de ações para correção de desvios | GER |
| Justificativa: Gerência formal de problemas incluindo além da identificação o registro de ações para correção de desvios | | |
| 5 | Gerência de configuração do projeto, com identificação, coleta, armazenamento e distribuição das informações incluindo | GER |
| Justificativa: Gerência de configuração do projeto, com identificação, coleta, armazenamento e distribuição das informações incluindo regras de segurança e confidencialidade | | |

Figura 4.8. Relatório gerado com a lista de boas práticas selecionadas para o perfil da empresa.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

4.3 Aumentando a Base de Boas Práticas e o Número de Regras

O protótipo permite a inserção de boas práticas a qualquer instante, pois existe um cadastro das mesmas. A base inicial é derivada do trabalho de Satler (2010) e baseada em boas práticas reconhecidas no mercado atual, tal como apresentado em Jones (2010). Ela é um padrão para qualquer empresa. No entanto, qualquer usuário, como um gerente de projetos, por exemplo, pode acrescentar novas práticas descobertas ou, até mesmo, práticas que estejam de acordo com o domínio da organização. Estas novas práticas se referem apenas a uma empresa específica registrada no sistema e não serão consideradas uma mudança permanente no banco de práticas.

Vale ressaltar que cada usuário do protótipo cadastra a sua prática de forma que outros usuários não terão acesso a mesma. Dessa forma, existirá uma independência entre as empresas no cadastro de boas práticas.

4.3.1 Aumentando o número de regras

Os sistemas em geral costumam ter múltiplas camadas sendo elas a camada de apresentação (as telas em geral), a camada de negócios (onde está a maior parte do código, as decisões, a sequência de comandos) e a camada de persistência (relacionada ao banco de dados da aplicação). Na camada de negócios, o código fonte pertence ao sistema em si, não sendo independente, ou seja, não é possível ter acesso à lógica de um sistema se não for através de seu código fonte. O uso de regras separadas do sistema, como é o caso do arquivo `drl` do Drools, permite que um especialista possa fazer alterações nas regras sem comprometer nenhuma estrutura do sistema. Isso garante uma flexibilidade importante para as organizações, afinal regras podem mudar a qualquer momento.

No protótipo a situação não é diferente. É possível alterar o arquivo de regras a qualquer instante, acrescentando novas regras e modificando as já existentes. Essa tarefa deve ser feita por um especialista porque poderá gerar alguns erros na sintaxe utilizada para a criação das regras.

5 EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO

Nesse capítulo são apresentados os resultados de duas simulações realizadas com o objetivo de mostrar a viabilidade e a aplicabilidade do protótipo como uma ferramenta de apoio à indicação de boas práticas de desenvolvimento de software baseado no perfil de uma empresa.

As empresas submetidas aos testes pertencem ao Arranjo Produtivo Local de Tecnologia da Informação de Viçosa – MG (APL-TI Viçosa). São empresas com equipes pequenas e seus usuários finais possuem perfil especializado assim como os seus desenvolvedores. Os produtos desenvolvidos têm indicações específicas de uso, ou seja, são criados para a solução de problemas bem definidos e específicos, geralmente ligados a objetivos acadêmicos ou de pesquisa. Uma parte dos desenvolvedores não tem a área da Ciência da Computação como principal, porém possuem formação especializada em suas respectivas áreas.

5.1 Empresa 1

A primeira empresa que forneceu dados para os testes foi a “Jungle Digital Games”, também presente no trabalho de Satler (2010). A empresa atua na área de entretenimento educacional desde 2007, com a missão de desenvolver objetos digitais voltados para a área de educação. A tabela 30 abaixo exhibe os valores encontrados e a figura 5.1 exhibe a tela com as informações dentro do protótipo.

Tabela 30. Valores dos eixos para um perfil da empresa Jungle Digital Games.

| Eixo | Valor | Tipo |
|--------------------------------|--------------|-------------|
| Escala | 1 | --- |
| Dinamismo | 2 | GER |
| Criticalidade/Flexibilidade | 2 | GER |
| Cultura/Maturidade em Processo | 2 | GER |
| Previsibilidade Arquitetural | 2 | TEC |
| Experiência no Domínio | 1 | TEC |
| Competência Pessoal | 1 | TEC |
| Total | 11 | |

Fonte: Adaptado de Satler (2010)


UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
 DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
 LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE



Empresa Perfil Comparativos Práticas Configurações Informações Fechar

Listar Perfis - Inserir Perfil

INSERIR NOVO PERFIL

- Preencha os campos com as informações necessárias e em seguida clique sobre o botão "Inserir".
- Utilize o botão "Limpar" para restaurar os valores originais dos campos.
- Para retornar à pagina anterior, utilize o botão "Voltar"
- Os campos assinalados com * são obrigatórios.

DADOS DO PERFIL:

Nome:*

Empresa:*

DADOS DOS EIXOS DO GRÁFICO:

Escala:

Dinamismo:

Criticalidade/Flexibilidade:

Cultura/Maturidade em Processo:

Previsibilidade Arquitetural:

Experiência no Domínio:

Competência Pessoal:

ARQUIVO GERADO COM PERFIL DA EMPRESA:

Caso tenha o arquivo gerado com o perfil da empresa utilize o botão ao lado para selecionar e carregar o mesmo.

Figura 5.1. Tela do Protótipo com os valores um perfil da empresa Jungle Digital Games.
Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

O gráfico polar com os sete eixos para a empresa pode ser visualizado na figura 5.2.

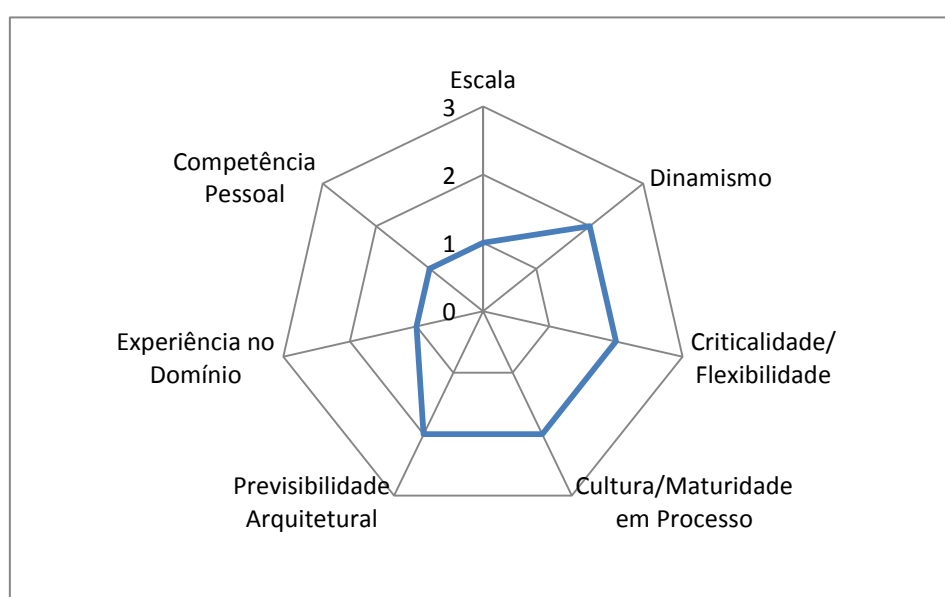


Figura 5.2. Gráfico polar com sete eixos com um perfil da Jungle Digital Games.
Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

Pode-se verificar que o somatório dos pontos dos eixos gerenciais (6 pontos) é maior que o somatório dos pontos dos eixos técnicos (4 pontos). O protótipo executa as regras de classificação preliminar e situa a empresa no quadrante CMG, ou seja, a empresa terá seu perfil mais voltado para fatores gerenciais, com o perfil Complexidade Média Gerencial (CMG). Serão executadas em seguida as regras de confirmação que irão gerar uma lista de questões com características para a empresa com caráter cumulativo. Esta lista de questões será exibida em tela para que o usuário possa responder cada uma delas, apenas marcando “sim” ou “não”, conforme figura 5.3.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

Empresa Perfil Comparativos Práticas Configurações Informações Fechar

Listar Perfis - Inserir Perfil

QUESTIONÁRIO SOBRE AS BOAS PRÁTICAS RECOMENDADAS

■ Escolha um resposta (Sim ou Não) e em seguida clique sobre o botão "Executar".

DADOS DO PERFIL:

Nome:

Empresa:

Quadrante:

QUESTÕES:

- 1 - A Fronteira entre as fases não possui muita delimitação? Sim Não
- 2 - Existe um foco nos artefatos técnicos? Sim Não
- 3 - Há uma maior necessidade de generalistas, pessoas que desempenham diversos papéis? Sim Não
- 4 - Poucos eventos informais auxiliam a consistência técnica? Sim Não
- 5 - Não existe a necessidade de um cronograma muito definido? Sim Não
- 6 - O ambiente administrado pelos indivíduos pode ser considerado ad hoc? Sim Não
- 7 - Existem poucas fases formais? Sim Não
- 8 - Há a possibilidade de utilização das fases no modelo cascata? Sim Não
- 9 - Os artefatos gerenciais não são muito detalhados? Sim Não
- 10 - Existem poucos artefatos técnicos de controle de requisitos? Sim Não

Diagrama de Quadrantes:

- Alta Complexidade Técnica
- Baixa Complexidade Técnica
- Baixa Complexidade Gerencial
- Alta Complexidade Gerencial
- Complexidade de Interface MÉDIA (TÉCNICA)
- Complexidade de Interface ALTA
- Complexidade de Interface BAIXA
- Complexidade de Interface MÉDIA (GERENCIAL)

Figura 5.3. Tela com a lista de questões apresentadas ao usuário com um perfil da empresa Jungle Digital Games.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

De posse das respostas das questões serão executadas, em seguida, as regras de classificação final. Estas regras serão responsáveis por fazer cálculos de ponderação com base no quadrante encontrado anteriormente nas regras de classificação preliminar e nos valores das respostas das questões.

No exemplo aqui descrito, as respostas obtidas estão na tabela 31.

Tabela 31. Valores das respostas para um perfil da empresa Jungle Digital Games.

| | Sim | Não | Total |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|
| Escala | 6 | 1 | 7 |
| Respostas Gerenciais | 8 | 21 | 29 |
| Respostas Técnicas | 7 | 2 | 9 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O somatório de respostas “sim” gerenciais (8) foi menor ou igual a 50% do somatório de questões gerenciais (14,5) e o somatório de respostas “sim” técnicas (7) foi maior ou igual a 50% do somatório de questões técnicas (4,5). Além disso, o fator escala obteve um número de respostas “sim” (6) superior a 50% das questões de escala (3,5). Dessa forma o sistema indicará o quadrante CMT. A conclusão é que a empresa apresenta um perfil menos gerencial e mais técnico.

Logo após serão executadas as regras de enumeração que irão listar as boas práticas recomendadas para o quadrante determinado, CMT. A figura 5.4 ilustra a tela que permite ao usuário do protótipo escolher dentre as várias práticas recomendadas as que mais estejam alinhadas à sua realidade.



Figura 5.4. Tela com a lista de boas práticas recomendadas para um perfil da empresa Jungle. Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

A tabela 32 exhibe essas boas práticas:

Tabela 32. Boas práticas propostas para o quadrante CMT.

| Nº | Boa Prática Proposta | Tipo |
|----|--|-----------|
| 1 | Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos do projeto com os interessados | GERENCIAL |
| 2 | Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades | GERENCIAL |
| 3 | Definição inicial de escopo (Documento de visão) | GERENCIAL |
| 4 | Planejamento de recursos e ambiente necessários, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, componentes, viagens, etc. | GERENCIAL |
| 5 | Planejamento de recursos humanos para o projeto, determinando funções, responsabilidades, relações hierárquicas | GERENCIAL |
| 6 | Comunicação e comprometimento formal dos requisitos com a equipe técnica | TÉCNICA |
| 7 | Definição de padrão de codificação para minimizar impactos de manutenção | TÉCNICA |
| 8 | Descrição de Casos de Uso | TÉCNICA |
| 9 | Identificação formal dos fornecedores de requisitos do projeto | TÉCNICA |
| 10 | Identificação formal dos requisitos (Lista de Requisitos funcionais e não funcionais, Estórias de Usuários) | TÉCNICA |
| 11 | Modelagem visual do projeto através de UML | TÉCNICA |
| 12 | Rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e os produtos de trabalho (Requisitos x Requisitos, Requisitos x Casos de Uso, Casos de Uso x Casos de Uso) | TÉCNICA |
| 13 | Realização de testes de aceitação dos usuários | TÉCNICA |
| 14 | Realização de testes funcionais | TÉCNICA |
| 15 | Registro formal de solicitações de alteração e/ou inclusão de requisitos, incluindo análise de impacto para elas | TÉCNICA |
| 16 | Utilização de prototipação | TÉCNICA |

Fonte: Elaborado pelo autor

O diretor de produção e gerente de software da “Jungle Digital Games” fez uma análise do protótipo do sistema após sua utilização.

Para ele os resultados obtidos através da análise do ambiente e processos produtivos da empresa foram satisfatórios, uma vez que a lista de práticas de engenharia de software sugerida estava condizente com a realidade da empresa segundo o ponto de vista da diretoria de projetos. Algumas práticas principalmente as práticas técnicas relacionadas à gerência de requisitos foram implementadas com sucesso, garantindo formalidade e clareza no acompanhamento da produção de forma adequada ao tamanho da empresa. As práticas

gerenciais sugeridas também contribuíram no quesito previsibilidade, porém necessitam passar por uma melhor avaliação pelo setor competente da empresa.

5.2 Empresa 2

A segunda empresa que forneceu dados para os testes foi a “Cientec – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda.”, presente no trabalho de Satler (2010). A empresa atua na área de consultoria e desenvolvimento de softwares. Sua meta é oferecer tecnologias inovadoras e desenvolver produtos com alto conteúdo científico e tecnológico, com o objetivo de adquirir, aplicar e difundir conhecimentos. Além disso, ela procura superar as expectativas de seus clientes, de sua equipe e de seus parceiros, através da excelência na qualidade dos serviços prestados. A equipe de desenvolvimento é pequena, composta de oito pessoas, sendo que algumas delas são substituídas ocasionalmente.

A tabela 33 abaixo exhibe os valores encontrados para os fatores do gráfico e a figura 5.5 exhibe a tela com as informações dentro do protótipo.

Tabela 33. Valores dos eixos para um perfil da empresa Cientec.

| Eixo | Valor | Tipo |
|--------------------------------|--------------|-------------|
| Escala | 2 | --- |
| Dinamismo | 2 | GER |
| Criticalidade/Flexibilidade | 2 | GER |
| Cultura/Maturidade em Processo | 2 | GER |
| Previsibilidade Arquitetural | 3 | TEC |
| Experiência no Domínio | 1 | TEC |
| Competência Pessoal | 3 | TEC |
| Total | 15 | |

Fonte: Elaborado pelo autor (2010)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE



Empresa
Perfil
Comparativos
Práticas
Configurações
Informações
Fechar

Listar Perfis - Inserir Perfil

ALTERAR DADOS DO PERFIL

- Preencha os campos com as informações necessárias e em seguida clique sobre o botão "Alterar".
- Utilize o botão "Limpar" para restaurar os valores originais dos campos.
- Para retornar à página anterior, utilize o botão "Voltar"
- Os campos assinalados com * são obrigatórios.

DADOS DO PERFIL:

Nome: *

Empresa: *

DADOS DOS EIXOS DO GRÁFICO:

Escala:

Dinamismo:

Criticalidade/Flexibilidade:

Cultura/Maturidade em Processo:

Previsibilidade Arquitetural:

Experiência no Domínio:

Competencia Pessoal:

ARQUIVO GERADO COM PERFIL DA EMPRESA:

Caso tenha o arquivo gerado com o perfil da empresa utilize o botão ao lado para selecionar e carregar o mesmo.

Figura 5.5. Tela do Protótipo com os valores para um perfil da empresa Cientec. Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

O gráfico polar com os sete eixos para a empresa pode ser visualizado na figura 5.6.

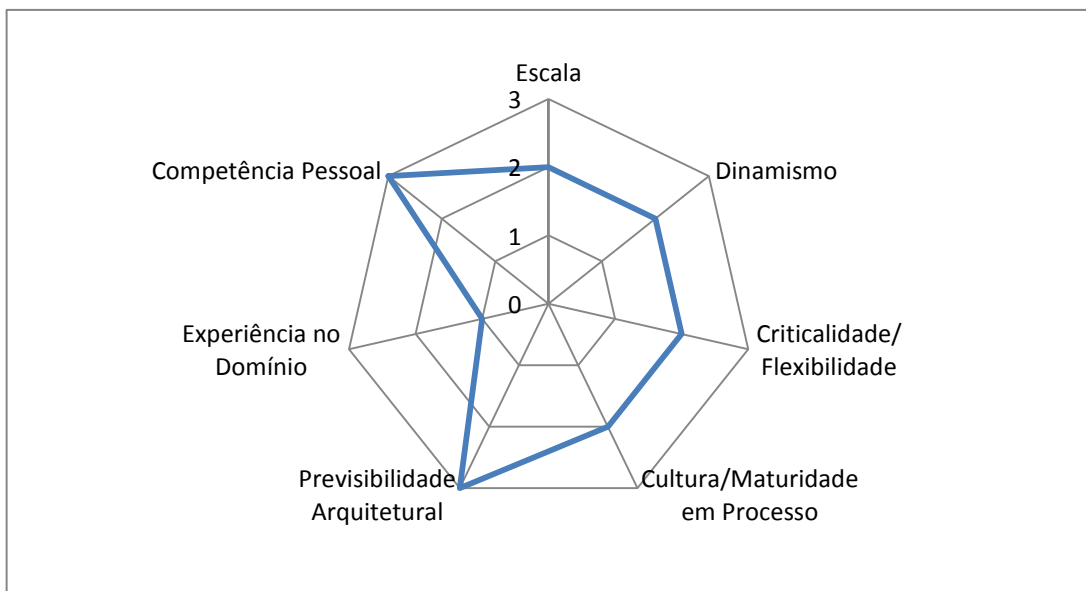


Figura 5.6. Gráfico polar com sete eixos para um perfil da empresa Cientec. Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

Pode-se verificar que o somatório dos pontos dos eixos gerenciais (6 pontos) é inferior ao somatório dos pontos dos eixos técnicos (7 pontos). O protótipo executa as regras de classificação preliminar e situa a empresa no quadrante CMT, ou seja, a empresa terá seu perfil mais voltado para fatores técnicos, com o perfil Complexidade Média Técnica (CMT). Serão executadas em seguida as regras de confirmação que irão gerar uma lista de questões com características para a empresa com caráter cumulativo. Esta lista de questões será exibida em tela para que o usuário possa responder cada uma delas, apenas marcando “sim” ou “não”, conforme figura 5.7.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

Empresa Perfil Comparativos Práticas Configurações Informações **Fechar**

Listar Perfis - Inserir Perfil

QUESTIONÁRIO SOBRE AS BOAS PRÁTICAS RECOMENDADAS

■ Escolha um resposta (Sim ou Não) e em seguida clique sobre o botão "Executar".

DADOS DO PERFIL:

Nome:

Empresa:

Quadrante:

QUESTÕES:

| | | |
|--|---------------------------|---------------------------|
| 1 - As iterações são divididas moderadamente nas fases de elaboração e construção? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 2 - Existe uma esforço moderado nas etapas de projeto e implementação? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 3 - Existe balanceamento entre demonstrações executáveis e simulações? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 4 - A Ênfase na gerência de alterações é moderada? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 5 - Existem estágios moderados de engenharia? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 6 - As considerações e alterações nos artefatos de análise e projeto são moderadas? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 7 - Existe uma alocação moderada nos requisitos e projeto da solução? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 8 - Existem avaliações periódicas de status? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 9 - Existe Planejamento flexível? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |
| 10 - Os artefatos básicos são gerados com problemas de interpretação por alguns membros da equipe? | <input type="radio"/> Sim | <input type="radio"/> Não |

Diagrama de Complexidade:

Alta Complexidade Técnica

Baixa Complexidade Gerencial

Alta Complexidade Gerencial

Baixa Complexidade Técnica

Complexidade de Artefatos MÉDIA (TECNICA)

Complexidade de Artefatos ALTA

Complexidade de Artefatos BAIXA

Complexidade de Artefatos MÉDIA (GERENCIAL)

Figura 5.7. Tela com a lista de questões apresentadas ao usuário de um perfil da empresa Cientec.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

De posse das respostas das questões serão executadas, em seguida, as regras de classificação final. Estas regras serão responsáveis por fazer cálculos de ponderação com base no quadrante encontrado anteriormente nas regras de classificação preliminar e nos valores das respostas das questões.

No exemplo aqui descrito, as respostas podem ser visualizadas na tabela 34.

Tabela 34. Valores das respostas para um perfil da empresa Cientec.

| | Sim | Não | Total |
|-----------------------------|------------|------------|--------------|
| Escala | 3 | 3 | 6 |
| Respostas Gerenciais | 11 | 2 | 13 |
| Respostas Técnicas | 6 | 17 | 23 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O somatório de respostas “sim” gerenciais (11) foi maior ou igual a 50% do somatório de questões gerencias (6,5) e o somatório de respostas “sim” técnicas (6) foi menor ou igual a 50% do somatório de questões técnicas (11,5). Além disso, o fator escala obteve um equilíbrio tendo 50% das respostas como “sim” (3 respostas) e 50% das respostas como “não” (3 respostas). Dessa forma o sistema indicará o quadrante CMG. A conclusão é que a empresa apresenta um perfil mais gerencial e menos técnico.

Logo após serão executadas as regras de enumeração que irão listar as boas práticas recomendadas para o quadrante determinado, Complexidade Média Gerencial (CMG). A figura 5.8 ilustra a tela que permite ao usuário do protótipo escolher dentre as várias práticas recomendadas as que mais estejam alinhadas à sua realidade.

The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a header with the logo of the Universidade Federal de Viçosa and the text 'UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE'. Below the header is a navigation menu with tabs: 'Empresa', 'Perfil', 'Comparativos', 'Práticas', 'Configurações', 'Informações', and 'Fechar'. The main content area is titled 'LISTA DE BOAS PRÁTICAS RECOMENDADAS' and contains the following elements:

- Instructions:**
 - Escolha um ou mais práticas, em seguida clique sobre o botão "Executar".
 - O quadrante calculado refere-se ao quadrante da Empresa antes do questionário.
 - O quadrante recomendado refere-se a uma recomendação baseada nas respostas do questionário anterior.
- DADOS DO PERFIL:**
 - Nome: Perfil Cientec Teste 1
 - Empresa: Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistema Ltda
 - Quadrante Calculado: CMT - Complexidade Média Técnica
 - Quadrante Recomendado: CMG - Complexidade Média Gerencial
- Matrix:** A 2x2 matrix with 'Alta Complexidade Técnica' at the top, 'Baixa Complexidade Técnica' at the bottom, 'Baixa Complexidade Gerencial' on the left, and 'Alta Complexidade Gerencial' on the right. The 'Complexidade Média Gerencial' cell is circled in red.
- Boas Práticas Recomendadas:** A list of practices with checkboxes and their types (all 'Gerencial'):
 - Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos do projeto com os interessados
 - Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades
 - Definição inicial de escopo (Documento de visão)
 - Planejamento de recursos e ambiente necessários, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, componentes, viagens, etc.
 - Planejamento de recursos humanos para o projeto, determinando funções.
- Boas Práticas Escolhidas:** An empty list for selected practices.
- Buttons:** 'Adicionar >', '< Remover', 'Executar', and 'Voltar'.

Figura 5.8. Tela com a lista de boas práticas recomendadas para um perfil da empresa Cientec. Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

A tabela 35 exibe essas boas práticas:

Tabela 35. Boas práticas propostas para o quadrante CMG.

| Nº | Boa Prática Proposta | Tipo |
|----|---|-----------|
| 1 | Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos do projeto com os interessados | GERENCIAL |
| 2 | Comunicação formal das atividades do projeto com todos os interessados | GERENCIAL |
| 3 | Controle formal de orçamento do projeto (Planilha de orçamento) | GERENCIAL |
| 4 | Cronograma com dependências entre as atividades, marcos de controle e produtos de trabalho gerados | GERENCIAL |
| 5 | Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades | GERENCIAL |
| 6 | Definição de padrão de codificação para minimizar impactos de manutenção | TÉCNICA |
| 7 | Definição de um modelo e as fases do ciclo de vida do projeto (Iterativo) | GERENCIAL |
| 8 | Definição inicial de escopo (Documento de visão) | GERENCIAL |
| 9 | Dimensionamento do projeto sob o ponto de vista do usuário (Planilha de APF) | GERENCIAL |
| 10 | Identificação e monitoramento formal de problemas do projeto | GERENCIAL |
| 11 | Identificação e monitoramento formal de riscos do projeto, com relação de impacto e probabilidade | GERENCIAL |
| 12 | Identificação formal dos requisitos (Lista de Requisitos funcionais e não funcionais, Estórias de Usuários) | TÉCNICA |
| 13 | Integração dos planejamentos realizados garantindo que a dependência entre eles seja monitorada | GERENCIAL |
| 14 | Planejamento de recursos e ambiente necessários, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, componentes, viagens, etc | GERENCIAL |
| 15 | Planejamento de recursos humanos para o projeto, determinando funções, responsabilidades, relações hierárquicas | GERENCIAL |
| 16 | Realização de testes funcionais | TÉCNICA |
| 17 | Registro formal de solicitações de alteração e/ou inclusão de requisitos, incluindo análise de impacto para elas | TÉCNICA |
| 18 | Representação do escopo através de Estrutura Analítica do Projeto (EAP) | GERENCIAL |
| 19 | Utilização de prototipação | TÉCNICA |

Fonte: Elaborado pelo autor

O usuário poderá emitir um relatório contendo as práticas selecionadas a qualquer instante. A figura 5.9 ilustra o relatório gerado para um perfil da empresa Cientec.

|  <p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE</p> | | |
|---|---|------|
| <p>GPROVISION</p> <p>RELAÇÃO DE PRÁTICAS ESCOLHIDAS POR PERFIL</p> | | |
| <p>NOME DO PERFIL: Perfil Cientec 1 EMPRESA: Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda QUADRANTE RECOMENDADO: CMG - Complexidade Média Gerencial do Ambiente</p> | | |
| ORD | BOA PRÁTICA ESCOLHIDA | TIPO |
| 1 | Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades | GER |
| <p>Justificativa:</p> <p>Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades</p> | | |
| 2 | Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos do projeto com os interessados | GER |
| <p>Justificativa:</p> <p>Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos do projeto com os interessados</p> | | |
| 3 | Definição inicial de escopo (Documento de visão) | GER |
| <p>Justificativa:</p> <p>Definição inicial de escopo (Documento de visão)</p> | | |
| 4 | Planejamento de recursos e ambiente necessários, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, | GER |
| <p>Justificativa:</p> <p>Planejamento de recursos e ambiente necessários, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, componentes, viagens, etc.</p> | | |
| 5 | Planejamento de recursos humanos para o projeto, determinando funções, responsabilidades, relações hierárquicas | GER |
| <p>Justificativa:</p> <p>Planejamento de recursos humanos para o projeto, determinando funções, responsabilidades, relações hierárquicas</p> | | |

Figura 5.9. Relatório com a lista de boas práticas selecionadas para um perfil da empresa Cientec.

Fonte: Protótipo de um sistema baseado em conhecimento. Elaborado pelo autor.

O gerente de projetos da empresa “Cientec – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda.” fez uma análise do protótipo do sistema após sua utilização.

Segundo suas informações, o protótipo do Sistema Baseado em Conhecimento de práticas de Engenharia de Software para MPEs foi avaliado com a inclusão de dados que representam o perfil da empresa. De forma geral ele apresentou aderência às reais necessidades da empresa e às práticas já consolidadas na mesma.

A partir da inclusão do perfil que descreve a empresa, o sistema apresentou uma lista de sugestões de práticas muito compatíveis com o cenário e ambiente da organização permitindo ainda flexibilidade no que diz respeito à escolha dessas práticas, o que, na opinião do gerente, é essencial quando envolve sugestões de melhorias para gerência de projetos e engenharia de software de uma pequena empresa.

O cadastro de um perfil e uma posterior classificação deste em um quadrante de complexidade se mostrou interessante no que diz respeito ao posicionamento comparativo da empresa e traz certa tranquilidade para avaliação. A classificação inicial foi aceita pelo

gerente e isso conferiu credibilidade à análise posterior da ferramenta. O conjunto de práticas sugerido após execução das regras de confirmação (sequência de perguntas de “sim” ou “não”) também foi compatível com a classificação inicial. Como citado anteriormente a flexibilidade de escolha das práticas sugeridas para tal classificação permite que a empresa selecione as práticas que lhe convém e permite priorizar as sugestões para o que ela julga ser mais importante no momento.

Segundo o gerente, para a ferramenta se tornar mais completa, deveria oferecer alguma informação que justificasse as propostas (mesmo que de maneira superficial) e ainda que houvesse uma explicação maior em relação a flexibilidade supracitada, uma vez que o sistema propõe um conjunto de boas práticas e o usuário escolhe um subconjunto delas gerando uma possível dúvida se havia alguma prática que era necessária ou simplesmente interessante para o bom funcionamento de outra.

Em um contexto geral, segundo o gerente, o protótipo se mostrou compatível com sua proposta inicial de sugerir um conjunto de práticas para micro e pequenas empresas que fossem aderentes ao cenário das mesmas.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A elevada utilização dos sistemas computacionais pelas empresas do mundo todo trouxe como consequência uma busca pela melhoria da qualidade dos produtos gerados para este setor e, com isso, tornou-se um fator prioritário para as empresas desenvolvedoras de software. Não basta implantar uma técnica de desenvolvimento em uma empresa, mas é preciso também, saber escolher qual técnica implantar, qual o custo, como implantar e qual o retorno que será gerado.

As Micro e Pequenas Empresas tendem a ter uma dificuldade maior para a implantação dessas técnicas devido a baixa quantidade de recursos disponíveis, sejam eles financeiros ou até mesmo humanos. O uso de um sistema baseado em conhecimento tende a ser uma solução promissora inicial para auxiliar as empresas e direcioná-las para a seleção e adoção de boas práticas, que poderá resultar em uma melhoria na qualidade de seus produtos tornando-se um fator diferencial.

Este trabalho demonstrou que é possível criar um conjunto de regras que visam estabelecer uma indicação de boas práticas mais adequadas para aplicação específica em MPEs. Além disso, através da criação de um protótipo, implementado para ser utilizado como piloto em companhias, foi possível validar as regras e verificar que as mesmas podem trazer benefícios, obtendo uma recomendação adequada de boas práticas de desenvolvimento de software. A solução aqui apresentada não é a solução de todos os problemas das MPEs e nem tem a intenção de questionar ou descartar modelos já consolidados de maturidade em desenvolvimento de software, tais como o CMMI (CMMI, 2010) e o MPS.BR (MPS.BR, 2009), mas pode efetivamente contribuir no quesito melhoria dos processos internos de desenvolvimento de software para MPEs. Dessa forma, o sistema aqui apresentado passa a ser uma espécie de base desses modelos para Micro e Pequenas Empresas e pode contribuir futuramente para a implantação dos mesmos dentro dessas organizações.

Durante a construção do trabalho observou-se uma limitação: são necessários vários testes para que a base de regras seja validada completamente. Isso implica em uma possível alteração em conjuntos de regras ou a inserção de novas na base. Dessa forma, é importante destacar que o trabalho descrito é contínuo, e mais testes em empresas locais estão sendo realizados, para validar as ideias e a base de conhecimento. O processo de validação é muito longo e demorado, envolvendo profundas curvas de aprendizado e mudanças culturais e sociais nas organizações.

O próximo passo consiste em melhorar cada vez mais o protótipo a partir das informações obtidas pelos testes executados pelas empresas para se chegar a uma versão definitiva do Sistema.

6.1 Trabalhos futuros

O sistema construído não abrange todos os fatores envolvidos na escolha de boas práticas de desenvolvimento de software. Toda sua concepção foi baseada no trabalho de Satler (2010), que por sua vez é fortemente embasado no trabalho de Royce (1998), em textos da literatura e experiência do autor.

Uma possível sugestão de extensão para esse trabalho é o alinhamento e também criação de novas regras baseadas nos testes executados em empresas piloto. De posse das informações dos testes será possível estabelecer novas formas de visão sobre as regras e, com isso, fazer alterações nas mesmas além da especificação de novas.

Também podem ser desenvolvidas novas funcionalidades que permitam analisar outros aspectos da escolha de boas práticas como, por exemplo, um comparativo entre os perfis de uma organização, possibilitando ao usuário uma análise crítica sobre as escolhas das boas práticas para cada perfil.

Uma ferramenta web foi desenvolvida por um aluno de graduação em Ciência da Computação da UFV e engloba uma versão eletrônica da aplicação dos questionários utilizados para traçar o perfil das empresas. Outra funcionalidade a ser desenvolvida seria a incorporação dessa ferramenta dentro do sistema descrito nesse trabalho. Com isso, as empresas terão um só sistema capaz de lançar os questionários para o usuário, analisar os mesmos, traçar o gráfico polar com sete eixos da empresa, determinar qual quadrante de complexidade, ou seja, seu perfil, gerar os questionários para alinhamento do perfil estabelecido e listar as boas práticas. Isso tornará a utilização do sistema mais integrada e de fácil acesso a todas as informações geradas.

As boas práticas de desenvolvimento de software estão em constante evolução e constituem em um amadurecimento da empresa. Segundo Jones (2010), a chave para a engenharia de software bem sucedida é encontrar o caminho específico que renderá os melhores resultados para uma empresa e projeto específico.

Outra opção para trabalho futuro relaciona-se ao conceito de Jogos.

O ser humano vem utilizando jogos há centenas de anos, no entanto, de forma contrária ao que se imaginava antes, a motivação inicial para sua concepção não está relacionada ao divertimento, mas sim, a treinamento e estratégia (FERNANDES E WERNER, 2009). A

utilização de jogos para a motivação no aprendizado já é um tema discutido e amplamente pesquisado. Dentro, especificamente da área de Engenharia de Software, o tema é relativamente pouco abordado.

Albuquerque (2009) relata que uma das vantagens do uso de jogos como um instrumento de apoio ao ensino, treinamento e aprimoramento de conhecimentos, reside no fato que no jogo os conceitos e significados são mais bem compreendidos pelos participantes, tendo em vista que não existe uma atividade rígida e formal, permitindo um grau de liberdade para se lidar com situações novas, inesperadas e dificuldades.

A ideia é transformar o protótipo em um jogo que permitirá os usuários terem suas empresas com seus respectivos perfis. Através do alinhamento e melhora constante dos mesmos gerar uma espécie de competição permitindo aos jogadores melhorá-los cada vez mais, traçando as boas práticas.

APÊNDICE A

A seguir é apresentado como foi feito a elaboração do questionário utilizado nas regras de confirmação. Todas as questões estão relacionadas aos sete fatores do gráfico polar e podem ser gerenciais, técnicas ou estar vinculadas ao fator escala que é tratado de forma independente.

Royce (1998) propôs um conjunto de primitivas relacionadas à customização do processo de desenvolvimento de software, são elas:

- **Fases do ciclo de vida:** Relacionada ao grau de atenção dispensada na modelagem e transição entre as fases do ciclo de vida do processo.
- **Formalidade dos artefatos:** Relacionada ao nível de formalidade envolvida, a necessidade de artefatos e de uma documentação formal.
- **Alocação do esforço no processo:** Relacionada ao esforço necessário para cada etapa do processo.
- **Pontos formais de controle:** Relacionada ao grau de formalidade na delimitação de marcos de controle.
- **Disciplina Gerencial:** Relacionada ao nível de atenção demandada para os aspectos gerenciais do projeto.
- **Disciplina Técnica:** Relacionada ao nível de atenção demandada para os aspectos técnicos do projeto.

Satler (2010) especifica que o relacionamento das primitivas com a customização do processo de desenvolvimento de software foi entendido para atender aos sete fatores de complexidade do ambiente. A contribuição mais importante reside no fato da inclusão de considerações intermediárias no relacionamento.

Tal relacionamento é considerado a base do mapeamento do perfil do ambiente nos quadrantes de complexidade técnica e gerencial, assim como para a proposição de práticas de engenharia de software mais adequadas para cada perfil.

Satler (2010) fez uma adaptação das tabelas do trabalho de Royce (1998) gerando sete tabelas que descrevem cada um dos sete eixos do gráfico polar levando em consideração a primitiva do processo e o tamanho dos projetos (pequenos, médios e grandes). As tabelas 36 e 37 ilustram dois dos eixos (Escala, Dinamismo) para simples demonstração. As demais tabelas podem ser encontradas no trabalho do autor.

Tabela 36. Relação entre as primitivas do processo e o fator Escala

| Primitivas de Processo | Projetos Pequenos | Projetos Médios | Projetos Grandes |
|---------------------------------|---|--|---|
| Fases do ciclo de vida | <ul style="list-style-type: none"> • Fronteira entre as fases sem muita delimitação | <ul style="list-style-type: none"> • Definição de fases num nível macro | <ul style="list-style-type: none"> • Transições bem definidas entre as fases para sincronizar o progresso entre atividades concorrentes |
| Formalidade dos artefatos | <ul style="list-style-type: none"> • Foco nos artefatos técnicos • Baseline discreta • Poucos artefatos gerenciais requeridos | <ul style="list-style-type: none"> • Utilização moderada de artefatos técnicos • Utilização moderada de artefatos gerenciais | <ul style="list-style-type: none"> • Gerência de mudanças nos artefatos técnicos, o que pode gerar muitas <i>baselines</i> • Artefatos gerenciais necessários |
| Alocação do esforço no processo | <ul style="list-style-type: none"> • Maior necessidade de generalistas, pessoas que desempenham diversos papéis | <ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de equipes mescladas com generalistas e especialistas | <ul style="list-style-type: none"> • Maior necessidade de especialistas • Mais pessoas e equipes focadas em etapas do processo específicas |
| Pontos formais de controle | <ul style="list-style-type: none"> • Poucos eventos informais para auxiliar a consistência Técnica • Não precisa de cronograma muito definido | <ul style="list-style-type: none"> • Eventos formais para auxiliar a consistência Técnica • Cronograma com formalização de marcos gerenciais | <ul style="list-style-type: none"> • Eventos formais para garantir a consistência técnica • Sincronização entre as equipes que pode ser demorada |
| Disciplina Gerencial | <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento, controle e organização informais são suficientes | <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento formal • Necessidade de alguma forma de acompanhamento | <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento, controle e organização formais são necessários |
| Disciplina Técnica | <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente ad hoc administrado pelos indivíduos | <ul style="list-style-type: none"> • Organização do ambiente e estrutura de | <ul style="list-style-type: none"> • Estrutura para garantir ambientes consistentes e |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | trabalho <ul style="list-style-type: none"> • Ferramentas de versionamento requeridas | atualizados por todas as equipes <ul style="list-style-type: none"> • Ferramenta de integração para auxiliar o controle do projeto e o controle de mudanças |
|--|--|--|--|

Fonte: Satler (2010) adaptado de Royce (1998).

Tabela 37. Relação entre as primitivas do processo e o fator Dinamismo

| Primitivas de Processo | Projetos Pequenos | Projetos Médios | Projetos Grandes |
|---------------------------------|---|---|---|
| Fases do ciclo de vida | <ul style="list-style-type: none"> • Poucas fases formais • Possibilidade de utilização das fases no modelo cascata | <ul style="list-style-type: none"> • Recomendada utilização das fases no modelo iterativo • Recomendada utilização de fases de prototipação | <ul style="list-style-type: none"> • Utilização das fases no modelo iterativo incremental |
| Formalidade dos artefatos | <ul style="list-style-type: none"> • Poucos artefatos gerenciais não muito detalhados • Poucos artefatos técnicos de controle de requisitos | <ul style="list-style-type: none"> • Alguns artefatos gerenciais • Registro formal dos requisitos com flexibilidade de alteração | <ul style="list-style-type: none"> • Artefatos gerenciais detalhados • Artefatos para gerenciamento de requisitos e de solicitação de mudança fortemente recomendados |
| Alocação do esforço no processo | <ul style="list-style-type: none"> • Menor retrabalho das estimativas • Concentração da análise e projeto nas etapas iniciais | <ul style="list-style-type: none"> • Esforço concentrado em prototipação • Esforço razoável em análises de impacto | <ul style="list-style-type: none"> • Muito esforço demandado para estimativas • Análises de impacto recorrentes |
| Pontos formais de controle | <ul style="list-style-type: none"> • Alguns eventos informais | <ul style="list-style-type: none"> • Controle formal das alterações quando ocorrerem | <ul style="list-style-type: none"> • Validações formais em entregas periódicas • Revisões de planejamento formal para garantir o alinhamento |
| Disciplina Gerencial | <ul style="list-style-type: none"> • Plano de projeto estável | <ul style="list-style-type: none"> • Planejamento dinâmico • Controle moderado | <ul style="list-style-type: none"> • Plano de projeto dinâmico com escopo dinâmico |

| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| | | da comunicação dos <i>stakeholders</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Organização, controle e planejamento formal • Controle de comunicação formal |
| Disciplina Técnica | <ul style="list-style-type: none"> • Não aplicado | <ul style="list-style-type: none"> • Controle de versão | <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente dos stakeholders on-line |

Fonte: Satler (2010) adaptado de Royce (1998).

Considerando os quatro quadrantes especificados no gráfico (Complexidade Alta, Complexidade Média Técnica, Complexidade Baixa, Complexidade Média Gerencial) foi efetuada uma compilação das tabelas gerando as listas especificadas abaixo, que se referem às características relacionadas ao ambiente das empresas nesses quadrantes. Para facilitar o entendimento foram feitas marcações nas características que podem ser encontradas nas tabelas acima demonstrando de onde foram retiradas as informações.

Características de empresas com complexidade baixa do ambiente:

- Fronteira entre as fases sem muita delimitação
- Foco nos artefatos técnicos
- Maior necessidade de generalistas, pessoas que desempenham diversos papéis
- Poucos eventos informais para auxiliar a consistência técnica
- Sem necessidade de cronograma muito definido
- Ambiente ad hoc administrado pelos indivíduos
- Poucas fases formais
- Possibilidade de utilização das fases no modelo cascata
- Poucos artefatos gerenciais não muito detalhados
- Poucos artefatos técnicos de controle de requisitos
- Menor retrabalho das estimativas
- Concentração da análise e projeto nas etapas iniciais
- Plano de projeto estável
- Tolerância na etapa de comprometimento

- Visão e caso de negócio alteráveis
- Mais iterações nas fases de iniciação e elaboração
- Menor esforço nas etapas de implementação e homologação
- Maior ênfase em demonstrações executáveis
- Pouca ênfase na gerência de alterações
- Mais recursos de ambiente requeridos mais cedo no ciclo de vida
- Menor ênfase na gerência de risco
- Critérios bem definidos delimitando as fases
- Artefatos com formato, conteúdo e métodos de produção bem definidos
- Combinação bem definida entre eventos formais e informais
- Planejamento previsível
- Necessidade de *templates* bem definidos
- Poucos artefatos formais
- Pouca utilização de ferramentas de engenharia

Características das empresas com complexidade média gerencial do ambiente:

- Recomendada utilização das fases no modelo iterativo
- Recomendada utilização de fases de prototipação
- Alguns artefatos gerenciais
- Registro formal dos requisitos com flexibilidade de alteração
- Esforço razoável em análises de impacto
- Controle formal das alterações quando ocorrerem
- Planejamento dinâmico
- Controle moderado da comunicação dos *stakeholders*
- Controle de versão
- Etapa inicial com compromisso moderado
- Casos de negócio com controle moderado

- Análise formal requerida
- Aprovação informal dos *stakeholders*
- Planejamento e controle moderados para o projeto
- Fases estabelecidas sem formalismo
- Construção moderada de artefatos com formato e conteúdo variáveis
- Respeito aos eventos formais de controle

Características das empresas com complexidade média técnica do ambiente:

- Iterações divididas moderadamente nas fases de elaboração e construção
- Esforço moderado nas etapas de projeto e implementação
- Balanceamento entre demonstrações executáveis e simulações
- Ênfase moderada na gerência de alterações
- Estágios moderados de engenharia
- Considerações e alterações moderadas nos artefatos de análise e projeto
- Alocação moderada nos requisitos e projeto da solução
- Avaliações periódicas de status
- Planejamento flexível recomendado
- Artefatos básicos gerados com problemas de interpretação por alguns membros da equipe
- Esforço moderado em análise e projeto
- Alguns eventos formais
- Planejamento e controle moderados
- Utilização moderada de ferramentas de engenharia

Características das empresas com complexidade alta do ambiente:

- Transições bem definidas entre as fases para sincronizar o progresso entre atividades concorrentes
- Artefatos gerencias necessários
- Maior necessidade de especialistas

- Mais pessoas e equipes focadas em etapas do processo específicas
- Eventos formais para garantir a consistência técnica
- Planejamento, controle e organização formais são necessários
- Estrutura para garantir ambientes consistentes e atualizados por todas as equipes
- Ferramenta de integração para auxiliar o controle do projeto e o controle de mudanças
- Utilização das fases no modelo iterativo incremental
- Artefatos gerenciais detalhados
- Artefatos para gerenciamento de requisitos e de solicitação de mudança fortemente recomendados
- Muito esforço demandado para estimativas
- Análises de impacto recorrentes
- Validações formais em entregas periódicas
- Plano de projeto dinâmico com escopo dinâmico
- Controle de comunicação formal
- Compromisso elevado com a etapa inicial de definição
- Controle criterioso com documentos de visão e casos de negócio
- Aprovação formal de alteração dos artefatos
- Aprovação formal dos *stakeholders* dos requisitos
- Testes formais com relatório de execução
- Grande atenção ao desenvolvimento
- Revisões de código periódicas
- Maior ênfase nos guias, documentos e simulações
- Grande ênfase na gerência de alterações
- Menos recursos de ambiente requeridos no início do ciclo de vida
- Maior alocação nos requisitos e projeto da solução
- Maior ênfase na gerência de risco

- Grande utilização de ferramentas de engenharia

As regras de confirmação devem gerar uma lista de questões capaz de possibilitar ao usuário do protótipo verificar se realmente o perfil está ou não no quadrante inicialmente especificado nas regras de classificação preliminar. Para isso, foram feitas adaptações nas características especificadas anteriormente de forma que elas pudessem ser transformadas em questões. Cada uma delas é específica de um fator e pode ser classificada em uma característica do eixo escala, característica de um eixo gerencial (Dinamismo, Criticalidade/Flexibilidade, Cultura/Maturidade) e de um eixo técnico (Previsibilidade Arquitetural, Experiência no Domínio, Competência Pessoal).

As características listadas possuem independência entre si, porém a proposição das mesmas deve levar em conta um carácter cumulativo, ou seja, as questões geradas com as características devem ser cumulativas entre os quatro quadrantes. Dessa forma as questões geradas para uma empresa com Complexidade Média Gerencial, por exemplo, devem ser as questões geradas para empresas com Complexidade Baixa do Ambiente acrescidas das questões de Complexidade Média Gerencial do Ambiente. As questões para Complexidade Alta do Ambiente serão todas as questões, ou seja, as questões para Complexidade Baixa do Ambiente acrescidas das questões de Complexidade Média do Ambiente (Gerencial ou Técnica) e das questões de Complexidade Alta do Ambiente. A figura A1 ilustra o carácter cumulativo entre as questões:



Figura A1. Caráter cumulativo entre as questões.
Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir são apresentadas as questões compiladas a partir das listas “Características de empresas com complexidade baixa do ambiente”, “Características das empresas com complexidade média gerencial do ambiente”, “Características das empresas com complexidade média técnica do ambiente”, “Características das empresas com complexidade alta do ambiente”. A sigla utilizada anteriormente a cada questão refere-se ao eixo na qual ela está associada: ES – Escala, DI – Dinamismo, CF – Criticalidade/Flexibilidade, CM – Cultura /Maturidade em Processo, PA – Previsibilidade Arquitetural, ED – Experiência no Domínio, CP – Competência Pessoal.

Questões para complexidade baixa do ambiente:

- ES - A Fronteira entre as fases não possui muita delimitação?
- ES - Existe um foco nos artefatos técnicos?
- ES - Há uma maior necessidade de generalistas, pessoas que desempenham diversos papéis?
- ES - Poucos eventos informais auxiliam a consistência técnica?
- ES - Não existe a necessidade de um cronograma muito definido?
- ES - O ambiente administrado pelos indivíduos pode ser considerado ad hoc?
- DI - Existem poucas fases formais?
- DI - Há a possibilidade de utilização das fases no modelo cascata?
- DI - Os artefatos gerenciais não são muito detalhados?
- DI - Existem poucos artefatos técnicos de controle de requisitos?
- DI - Ocorre um menor retrabalho das estimativas?
- DI - Existe uma concentração da análise e projeto nas etapas iniciais?
- DI - O plano de projeto é estável?
- CF - Existe tolerância na etapa de comprometimento?
- CF - A visão e o caso de negócio são alteráveis?
- PA - Ocorrem mais iterações nas fases de iniciação e elaboração?
- PA - Ocorre um menor esforço nas etapas de implementação e homologação?
- PA - Ocorre uma maior ênfase em demonstrações executáveis?

- PA - A gerência de alterações possui pouca ênfase?
- PA - Mais recursos de ambiente são requeridos mais cedo no ciclo de vida?
- ED - Ocorre uma menor ênfase na gerência de risco?
- CM - As fases são delimitadas por critérios bem definidos?
- CM - Os artefatos com formato, conteúdo e métodos de produção são bem definidos?
- CM - Existe uma combinação bem definida entre eventos formais e informais?
- CM - O Planejamento é previsível?
- CP - Existe uma necessidade de *templates* bem definidos?
- CP - Ocorrem poucos artefatos formais?
- CP - A utilização de ferramentas de engenharia é pequena?

Questões para complexidade média gerencial do ambiente:

- DI - É recomendada a utilização de fases no modelo iterativo?
- DI - É recomendada utilização de fases de prototipação?
- ES - São utilizados alguns artefatos gerenciais?
- DI - Existe um registro formal dos requisitos com flexibilidade de alteração?
- DI - Existe um esforço razoável em análises de impacto?
- DI - As alterações são controladas formalmente quando ocorrerem?
- DI - Existe um Planejamento dinâmico?
- DI - Existe um controle moderado da comunicação dos *stakeholders*?
- DI - Existe controle de versão?
- CF - Etapa inicial possui compromisso moderado?
- CF - Os casos de negócio têm controle moderado?
- CF - Existe uma análise formal requerida?
- CF - É feita uma aprovação informal do projeto por parte dos *stakeholders*?
- CF - O planejamento e controle do projeto são moderados?
- CM - Existem fases estabelecidas sem formalismo?

- CM - Ocorre a construção moderada de artefatos com formato e conteúdo variáveis?
- CM - Existe um respeito aos eventos formais de controle?

Questões para complexidade média técnica do ambiente:

- PA - As iterações são divididas moderadamente nas fases de elaboração e construção?
- PA - Existe uma esforço moderado nas etapas de projeto e implementação?
- PA - Existe balanceamento entre demonstrações executáveis e simulações?
- PA - A Ênfase na gerência de alterações é moderada?
- ED - Existem estágios moderados de engenharia?
- ED - As considerações e alterações nos artefatos de análise e projeto são moderadas?
- ED - Existe uma alocação moderada nos requisitos e projeto da solução?
- ED - Existem avaliações periódicas de status?
- ED - Existe Planejamento flexível?
- CP - Os artefatos básicos são gerados com problemas de interpretação por alguns membros da equipe?
- CP - Existe um esforço moderado em análise e projeto?
- CP - Existem alguns eventos formais?
- CP - O Planejamento e controle são moderados?
- CP - É feita uma utilização moderada de ferramentas de engenharia?

Questões para complexidade alta do ambiente:

- ES - As Transições são bem definidas entre as fases para sincronizar o progresso entre atividades concorrentes?
- ES - Artefatos gerencias são necessários?
- ES - Existe uma maior necessidade de especialistas?
- ES - Existem mais pessoas e equipes focadas em etapas do processo específicas?
- ES - Os Eventos formais são utilizados para garantir a consistência técnica?
- ES - O Planejamento, controle e organização formais são necessários?

- ES - Existe uma estrutura para garantir ambientes consistentes e atualizados por todas as equipes?
- ES - Existe alguma ferramenta de integração para auxiliar o controle do projeto e o controle de mudanças?
- DI - Existe uma utilização das fases no modelo iterativo incremental?
- DI - Existem artefatos gerenciais detalhados?
- DI - Os Artefatos para gerenciamento de requisitos e de solicitação de mudança são fortemente recomendados?
- DI - Ocorre muito esforço demandado para estimativas?
- DI - Ocorrem análises de impacto recorrentes?
- DI - São feitas validações formais em entregas periódicas?
- DI - O plano de projeto é dinâmico e seu escopo também é dinâmico?
- DI - Existe um controle de comunicação formal?
- CF - Ocorre um compromisso elevado com a etapa inicial de definição?
- CF - Existe um controle criterioso com documentos de visão e casos de negócio?
- CF - Existe uma aprovação formal de alteração dos artefatos?
- CF - Os *stakeholders* executam uma aprovação formal dos requisitos?
- CF - São executados testes formais com relatório de execução?
- CF - Ocorre uma grande atenção ao desenvolvimento?
- CF - São feitas revisões de código periódicas?
- PA - Ocorre uma maior ênfase nas guias, documentos e simulações?
- PA - Existe uma grande ênfase na gerência de alterações?
- PA - Existem menos recursos de ambiente requeridos no início do ciclo de vida?
- ED - Ocorre uma maior alocação nos requisitos e projeto da solução?
- ED - Ocorre uma maior ênfase na gerência de risco?
- CP - Existe uma grande utilização de ferramentas de engenharia?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. Mercado brasileiro de software: panorama e tendências 2009. São Paulo, 2009, 24 p.
- ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. Mercado brasileiro de software: panorama e tendências 2010. São Paulo, 2010, 24 p.
- ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. Mercado brasileiro de software: panorama e tendências 2008. São Paulo, 2011, 28 p.
- ALBUQUERQUE, A. B., 2009. Atividades Lúdicas no Ensino de Processos de Software. VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, SBQS, Ouro Preto, 2009.
- ALLIANCE, A. (2001). Manifesto for agile software development. <http://agilemanifesto.org/>. Acesso em 04/03/2012.
- AMBLER, S. W. (2002). Agile modeling effective practices for eXtreme programming and the unified process. Wiley, New York.
- BALI, M., Drools JBoss Rules 5.0 Developer's Guide, Packt Publishing, 2009
- BASIL, v., CALDIERA, g., ROMBACH, h.d. (1994). Goal Question Metric Approach. Encyclopedia of Software Engineering, John Wiley & Sons, 528-532.
- BECK, K. (2000). Extreme Programming Explained: Embrace Change. Reading, MA: Addison Wesley Longman, Inc.
- BECK A. H., SANGOI A. R., LEUNG S., MARINELLI R. J., NIELSEN T. O., VIJVER M. J., WEST R. B., RIJN M. v., KOLLER D., Systematic Analysis of Breast Cancer Morphology Uncovers Stromal Features Associated with Survival. Sci. Transl. Med. 3, 108ra113 (2011).
- BIONDO, S. (1990). Fundamentals of expert systems technology: principles and concepts. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- BOEHM, b. e TURNER, r. (2004). Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed. Addison-Wesley, Boston.
- BRAMER, M. (2012). Knowledge-Based Systems. Knowledge-Based Systems, 29, 1-114.
- BURKE, R.. Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. Communications of Acm, v.12, n.IV, p. 01-29, nov. 2002.
- CMMI - Capability Maturity Model Integration, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-032) Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, November 2010.

- CMU (2002). CARNEGIE MELLON UNIVERSITY. Capability Maturity Model Integration (CMMI), Version 1.1: CMMI for Software Engineering (CMMI-SW, V1.1) - Staged Representation. Pittsburg, 2002.
- COCKBURN, A. (2000). Selecting a project's methodology. *IEEE Software*, 17(4):64–71.
- DAVIS, Rob. *ARIS Design Platform: Advanced Process Modelling and Administration*. Springer-Verlag, London, 2008.
- ELDRANDALY, Khalid. A Knowledge-Based Advisory System for Software Quality Assurance. *The International Arab Journal of Information Technology*, Vol. 5, No. 3, 304-310, July 2008.
- FEILER, P. H., H. Software process development and enactment: Concepts and definitions. IEEE. Computer Society Press, May 1993.
- FERNANDES L. and WERNER C.. Sobre o uso de Jogos Digitais para o Ensino de Engenharia de Software. FEES, SBES, Fortaleza, 2009.
- FILHO, W. P. (2003). *Engenharia de Software: Fundamentos, métodos e padrões*. LCT. Segunda edição.
- FUGGETTA, Alfonso. Software process: a roadmap. In: *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering*. Limerick, Ireland, June 04 - 11, 2000. ICSE '00. ACM Press, New York, NY, 25-34
- HEINZ, L. CMMI Myths and Realities. *CrossTalk The Journal of Defense Software Engineering*, p. 8-10, jun. 2004.
- HUMPHREY, W. S. (2000a). The Personal Software Process (PSP). Technical report, CMU/SEI-2000-TR-022. ESC-TR-2000-022.
- HUMPHREY, W. S. (2000b). The Team Software Process (TSP). Technical report, CMU/SEI-2000-TR-023. ESC-TR-2000-023.
- IPEDU - Unified Process for EDUcation – Disponível em <http://www.upedu.org>. Acesso em 15 de dezembro de 2011.
- ISO/IEC (1998) International Organization for Standardization. ISO/IEC 9126-1.2, Information Technology - Software product quality - part 1: Quality model.
- ISO/IEC 15504. (2003) International Organization for Standardization. —ISO/IEC 15504: Information Technology – Process Assessment, Part 1 to Part 5l. ISO/IEC Intermediate Report, 2003.
- ISO/IEC, (2008) International Organization for Standardization. ISO/IEC 12207:2008 Systems and software engineering — Software life cycle processes, Geneve: ISO, 2008.
- JONES C. *Software Engineering Best Practices*. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA, 1 edition, 2010.

- KARAMI, D., GARRATT P. W. (1995), SCAMES: an Expert System to Assist in Using CMM, 1995/6 Research Journal - Declarative Systems and Software Engineering Group. University of Southampton, Department of Electronics and Computer Science.
- KRUCHTEN, P. (2004). Introdução ao RUP – Rational Unified Process. Trad. Deborah Rudiger, Addison-Wesley, Boston, 2004.
- JONES C. Software Engineering Best Practices. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA, 1 edition, 2010
- LAPORTE, C.Y., ALEXANDRE, S., O’CONNOR, R., A Software Engineering Lifecycle Standard for Very Small Enterprises, in R.V. O’Connor et al. (Eds.): EuroSPI 2008, CCIS 16, pp. 129–141,
- LEAL, A. L. C. (2009). Uma proposta de taxonomia de boas práticas em desenvolvimento de software. Master’s thesis, Universidade Federal de Viçosa, CCE/DPI, dissertação de Mestrado.
- LIAO, S.-hsien. (2005). Expert system methodologies and applications? a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 93-103. doi:10.1016/j.eswa.2004.08.003
- METHODS, A. D. (2007). Scrum. <http://www.controlchaos.com/>. Acessado em 05/03/2012.
- MPS.BR (2009). MPS.BR – Melhoria do Processo de Software Brasileiro – Guia Geral – Softex. MPS.BR – 2009.
- O’REGAN G. (2011) Introduction to Software Process Improvement – Series: Undergraduate Topics in Computer Science, Springer, London.
- PFLEEGER, S.L. and Atlee, J. M. (2009), *Software Engineering: Theory and Practice*, Prentice Hall, 4th Edition.
- PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional. 7ª edição. São Paulo. McGraw-Hill, 2011.
- RESNICK P., VARIAN H. R., Recommender systems, *Communications of the ACM*, v.40 n.3, p.56-58, March 1997
- ROYCE, W. (1998) Software Project Management – A Unified Framework, Addison-Wesley, Boston.
- SATLER, B. T.. (2010). Seleção de Melhores Práticas de Engenharia de Software com Base em Parâmetros Extraídos do Ambiente do Problema. Master’s thesis, Universidade Federal de Viçosa, CCE/DPI, dissertação de Mestrado.
- SCHAFFER, J. B., KONSTAN, J. and RIEDL, J.: 1999, ‘Recommender Systems in E-Commerce’. In: EC ’99: Proceedings of the First ACM Conference on Electronic Commerce, Denver, CO, pp. 158-166.

- SCHEER W.A., KRUPPKE H., JOST W., KINDERMANN H., Agility by ARIS Business Process Management. Berlin: Springer-Verlag, 2006.
- SEI, (2010) SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. CMMI for Development (CMMI-DEV), Version 1.3, Technical Report CMU/SEI-2010-TR-033. Pittsburgh, PA.
- SHORTLIFFE, E.H.; BUCHANAN, B.G.. Rule Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.
- SILVA, R. A. C.; BRAGA, J. L., SILVA, C. H. O., and SOARES, L. S. Pspm na melhoria da competência pessoal no desenvolvimento de software. In Proceedings of JISIC'06, Puebla, Puebla, Mexico, 2006.
- SOARES, L. (2007). Obtenção de requisitos para customização de processo de desenvolvimento de software. Master's thesis, Universidade Federal de Viçosa, CCE/DPI, dissertação de Mestrado.
- SOMMERVILLE, I. (2007). Engenharia de Software. 8ª edição. São Paulo: Addison Wesley, 2007.
- TESSA Adderley, SHERYL Duggins, FRANK Tsui. An Examination of a Rule-Based Expert System to Aid in the Implementation of the CMMI Framework. In Proceedings of SEKE'2010. pp.599~603
- TSAI W.T., R. Vishnuvajjala, and D. Zhang, "Verification and Validation of Knowledge-based Systems," *IEEE Trans. Knowledge and Data Eng.*, vol. 11, no. 1, pp. 202-212, Jan./Feb. 1999.
- TAYLOR, W., 1960. Princípios de Administração Científica. São Paulo: Atlas.