

DENIS ROCHA DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE APOIO
A MELHORIA DE PROCESSOS DE SOFTWARE**

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*.

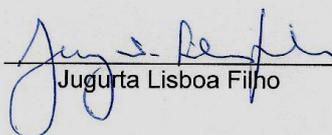
VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

DENIS ROCHA DE CARVALHO

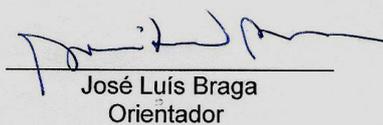
**AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE APOIO A MELHORIA DE
PROCESSOS DE SOFTWARE**

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: 14 de dezembro de 2015.


Jugurta Lisboa Filho


Flávio Vieira Pontes


José Luís Braga
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente ao Grande Arquiteto do Universo, que é Deus. A tí rendo todas as glórias alcançadas em minha vida.

Família! Já dizia o poeta “um homem sem família, é uma estrada sem rumo, é um navio sem comando, é uma árvore sem raíz”. Agradeço inicialmente a minha amada esposa Otaviane, que suportou dois anos de minha ausência. Criando nosso filho Rafael sozinha, sem minha presença física. Muito obrigado, te amo! Ao meu filho Rafael, fonte de força nos momentos mais difíceis. Rafa, essa vitória é para você meu filho amado. Agradeço também a minha família materna, minha mãe Catarina, meu Pai Carlos, avó Sebastiana, minha irmã Tatiane e Tio Justino. Sem o apoio de vocês tudo seria mais difícil, amo vocês! Agradeço também os pais de minha esposa, que sempre apoiaram. Muito obrigado

Agradeço também ao Prof. José Luis que me aceitou para ser seu último orientando na UFV. E dizer que aproveitei cada orientação, cada conversa para lapidar meu eu professor. Muito obrigado Zé!

Aos servidores do IFMG-SJE, que me apoiaram. Em especial Nildimar, Sidilene, Geovália, Cláudia, Jackson, Eliane, Ícaro, Fábio, Edmar. Muito obrigado!

Agradeço a todos os Iir.º. das lojas: ARBLS São João Evangelista, ARLS Acácia Vicosence, ARLS Nahatma Shimoia e ARLS Solidários da Liberdade. Muito obrigado!

Aos professores, servidores administrativos da UFV, muito obrigado por todo apoio e aprendizado, levo um pouco de aprendizado de cada um.

Aos amigos de Carandaí, de Viçosa e de São João Evangelista. Muito obrigado!

Aos colegas do mestrado, muito obrigado pelos ensinamentos, pela paciência, pelos momentos de descontração. Se precisarem, saibam que estou à disposição.

Por fim, agradeço a cada pessoa que por ventura me esqueci de listar, mas que me ajudou de uma forma ou de outra.

Muito obrigado e o próximo passo é o Doutorado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O Problema e sua Importância.....	1
1.2 Pergunta a ser respondida.....	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Metodologia	2
1.5 Estrutura da Dissertação	4
2 ARTIGOS	6
2.1 ARTIGO 1: Avaliação de ferramentas de apoio à melhoria de processos de software em micro e pequenas empresas	6
2.2 ARTIGO 2: Sistema de Recomendação de Ferramentas de Apoio à Melhoria de Processos de Software	22
3 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	37
BIBLIOGRAFIA	39
APÊNDICE A	40
Regras de recomendação	40
APÊNDICE B	44
Escopo do presente trabalho.....	44
APÊNDICE C	46
Tabelas de classificação	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo de atividades do trabalho.4

ARTIGO 1

Fig. 1. Processos do perfil básico da ISO/IEC 29110..... 10

ARTIGO 2

Figura 1: Quadrantes de complexidade do ambiente..... 24

Figura 2. Representação do sistema..... 25

Figura 3. Exemplos de fatos e regras..... 28

Figura 4. Diagrama de contexto do protótipo..... 30

Figura 5. Regras do protótipo do sistema de recomendação..... 30

Figura 6. Exemplo de recomendação..... 33

Figura 7. Recomendação para a OnBit..... 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Listagem das regras de recomendação	40
Tabela 2 Listagem dos perfis do trabalho.....	44
Tabela 3 Classificação das ferramentas do grupo GPR.....	46
Tabela 4 Classificação das ferramentas do grupo GRE	46
Tabela 5 Classificação das ferramentas do grupo UML.....	47

ARTIGO 1

Tabela 1. Classificação das ferramentas UML.....	13
Tabela 2. Resultado classificação grupo GPR.....	13
Tabela 3. Resultado classificação grupo GRE.....	14
Tabela 4. Boas práticas sugeridas pelo SRBP.....	17

ARTIGO 2

Tabela 1. Perspectivas para definição do perfil da empresa.....	25
Tabela 2. Classificação das ferramentas do grupo GPR.....	27
Tabela 3. Valores do perfil da OneBit.....	34

RESUMO

CARVALHO, Denis Rocha de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de, 2015. **Avaliação de ferramentas de apoio a melhoria de processos de software.** Orientador: José Luís Braga

O atual cenário do mercado de produção de software está dinâmico. As micro e pequenas empresas (MPE) desenvolvedoras de software buscam ampliar seus negócios e seus lucros. Para alcançar esse objetivo é necessário ganhar mercado e, neste contexto, é fundamental que seu produto de software tenha qualidade. Desta forma, para competir é preciso investir em qualidade. Uma MPE é caracterizada por sua renda e pelo número de seus funcionários, estes fatores já a limitam. O caminho para alcançar a qualidade de software é investir na melhoria do processo de produção do software. O uso de ferramentas de apoio é fundamental neste contexto. A escolha da ferramenta a ser adotada é uma tarefa árdua, pois uma ferramenta inadequada pode causar graves problemas. O presente trabalho tem como objetivo criar uma sistemática de recomendação de ferramentas de apoio automatizada, aderente ao perfil da MPE, possibilitando que a MPE melhore a qualidade de seu produto de software. Para criar essa sistemática foi necessário pesquisar acerca dos modelos de qualidade de software, definir um processo de classificação de ferramentas, obter o perfil da MPE e por fim, implementar um protótipo de sistema de recomendação de ferramentas de apoio. Com o protótipo foi possível realizar recomendações de acordo com o perfil da MPE. Foi possível identificar que as ferramentas com alto grau de operacionalidade são as mais recomendadas às MPEs. Desta forma, o protótipo realiza recomendações de forma automatizada, sistêmica e não subjetiva. Isso é possível pela definição do perfil da MPE e a classificação das ferramentas, assim indicando ferramentas aderentes ao seu perfil e com potencialidade de induzir qualidade no dia-a-dia da MPE.

ABSTRACT

CARVALHO, Denis Rocha de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2015.
Evaluation support tools improvement of software processes. Adviser: José Luis Braga.

The current scenario of software production market is dynamic. Micro and small enterprise (MSE) software developers seek to expand their business and their profits. To achieve this goal it is necessary to gain market and in this context it is vital that your software product has quality. This way to compete is to invest in quality. An MPE is characterized by their income and the number of their employees, these factors already limited. The way to achieve software quality is to invest in improving the software production process. The use of support tools is crucial in this context. The choice of tool to be adopted is an arduous task as an inadequate tool can cause serious problems. This work aims to create a systematic recommendation of automated support tools, adhering to the profile of MPE. Enabling the MPE improve the quality of your software product. To create this system, it was necessary to research about software quality models. Setting a classification process tool, to obtain the profile of the MPE and finally implement a prototype of support tools recommendation system. With the prototype it was possible to make recommendations based on the profile of the EPC. It was possible to identify the tools with a high degree of operability are the most recommended to MSEs. Thus, the prototype performs recommendations automatically, systemic and not subjective. This is possible by defining the profile of the MPE and classification of tools, thus indicating adherents tools to their profile and capability of inducing quality in day-to-day MPE.

1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de software busca cada dia mais a excelência na sua produção. Essa é uma evolução natural do mercado, pois a competitividade é grande e é preciso conquistar clientes assim aumentando seus projetos e sua lucratividade.

As micro e pequenas empresas (MPE) buscam ganhar mercado e garantir a sua sobrevivência. A busca na excelência da produção de software é atualmente a melhor opção para as empresas alcançarem maior competitividade e aumentarem as possibilidades de negócio. Segundo (Softex, 2013), é necessário alcançar a competitividade pela qualidade. Para as empresas de software, isso significa a melhoria nos produtos de software e em serviços correlatos, como o processo de produção e sua distribuição.

Existem modelos de qualidade que apoiam a melhoria da produção do software. Três se destacam, o MPS.BR (Melhoria de Processo do Software Brasileiro) (Softex, 2013), o CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) (SEI, 2010) e a ISO/IEC 29110 (ISO, 2011).

Estar aderente a um modelo que qualidade não é uma tarefa isolada. É preciso ter dinamismo nos processos e obter bons resultados. Logo, além de adotar um modelo de qualidade viável é preciso adotar ferramentas que sejam aderentes ao perfil da empresa.

1.1 O Problema e sua Importância

A implantação de um modelo de qualidade é um trabalho árduo que sofre forte influência da experiência profissional do consultor (Implementador) e é totalmente alinhado com as características da empresa. Para nortear a implantação existem os documentos de implantação (Softex, 2013), (SEI, 2010) e (ISO, 2011). Assim a questão norteadora dos itens a serem estabelecidos para a implantação do modelo de qualidade já está definida e aceita.

Durante a implantação será necessário garantir metas preestabelecidas em guias de implantação. Uma das formas para alcançar o sucesso dos resultados indicados nas metas é o uso de ferramentas de apoio. A necessidade de utilização de ferramentas é grande e as ofertas de ferramentas também, dificultando a escolha da ferramenta adequada a cada perfil de empresa.

Desta forma, o problema é direcionado por três requisitos fundamentais: i) O perfil da microempresa; ii) O modelo a ser adotado; e iii) As características da ferramenta.

As microempresas geralmente têm recursos financeiros limitados e a adoção de uma ferramenta não aderente aos negócios e também o modelo de qualidade adotado podem influenciar negativamente os negócios. O prejuízo financeiro pode vir como:

- Atraso de cronograma por ainda estar se adequando à nova ferramenta;
- Curva de aprendizagem é lenta e por isso os profissionais ainda estão aprendendo como usar a ferramenta;
- Retorno sob o investimento (ROI) baixo, pois a ferramenta não é aderente às necessidades da microempresa;
- Custo alto para implantação e pouca rentabilidade após a implantação, dentre outros.

É necessário que a ferramenta adotada seja aderente aos negócios da microempresa e também ao modelo de qualidade desejado. Segundo (Mattielo & Ramos, 2013), grande parte das microempresas vão a falência por não terem recursos para saldar suas obrigações. O fluxo de caixa é comprometido e assim são gerados os problemas financeiros.

Conhecendo melhor as ferramentas e também conhecendo o perfil da microempresa, a decisão de qual ferramenta adotar pode ser baseada em critérios técnicos, acelerando o aprendizado e com impactos imediatos no processo de produção de software, diminuindo os riscos de prejuízos financeiros.

1.2 Pergunta a ser respondida

Quais ferramentas de apoio à melhoria de processos devem ou podem ser adotadas em microempresas interessadas em melhoria de qualidade em desenvolvimento de software?

1.3 Objetivos

O objetivo geral do trabalho proposto é produzir uma classificação de ferramentas adequadas à adoção por microempresas desenvolvedoras de software, interessadas em melhoria de qualidade de software.

Especificamente, pretende-se:

- I. Analisar e classificar ferramentas de apoio à melhoria de processos;
- II. Elaborar um documento com as ferramentas e sua classificação;
- III. Construir um sistema de recomendação.

1.4 Metodologia

O presente trabalho teve como base o trabalho de (Castro & Braga, 2012), onde o autor cria um sistema de recomendação de boas práticas de engenharia de software. O trabalho de

Castro foi baseado no trabalho de (Satler & Braga, 2010), onde os autores estabelecem parâmetros para a definição do perfil de uma empresa. Ambos os trabalhos foram importantes para a concepção do presente trabalho.

Seguem as ações realizadas para alcançar os objetivos propostos:

- I. Analisar e classificar ferramentas de apoio à melhoria de processos: Para classificar uma ferramenta é preciso inicialmente definir critérios, base de comparação. Sem estes elementos qualquer classificação é subjetiva. Logo, tomando como premissa a necessidade de buscar parâmetros não ambíguos para definir critérios, foram pesquisados formas, padrões ou frameworks de classificação de ferramentas, os modelos de qualidade e suas características, e as ferramentas candidatas para a classificação. Foi adotado como padrão para nortear a classificação das ferramentas a ISO/IEC 9126 (ISO, 2003), que estabelece características de qualidade do software, sendo possível estabelecer os critérios relevantes para a classificação das ferramentas. O modelo de qualidade norteador da pesquisa é a ISO/IEC 29110 (ISO, 2011), que é um modelo de qualidade para micro e pequenas empresas. Quanto às ferramentas candidatas, foram selecionadas ferramentas de gestão de projetos, gestão de requisitos e também de modelagem UML. Ferramentas aderentes ao modelo de qualidade adotado nesta pesquisa.
- II. Elaborar um documento com as ferramentas e sua classificação: Com as informações levantadas na etapa anterior, foi estabelecido o processo de classificação das ferramentas (Seção 2.1). Foi criado um conjunto de planilhas (apêndice C), onde foi possível estabelecer os requisitos funcionais fundamentais para a classificação e também os requisitos não funcionais. A planilha contabiliza as notas atribuídas às características baseadas no grau de importância (Importante, Especial ou desejável) e em conceitos (Satisfaz, não satisfaz ou satisfaz parcialmente), os graus de importância e os conceitos estão descritos na seção 2.1. Desta forma, ao fim do processo de classificação obtemos uma classificação das ferramentas candidatas. Como resultado desta atividade, foi elaborado um artigo, apresentado na seção 2.1.
- III. Construir um sistema de recomendação: O sistema de recomendação foi desenvolvido utilizando recursos da inteligência artificial, como um sistema especialista (Seção 2.2). A linguagem utilizada foi o Clips (Nasa, 2015). Como resultado desta atividade, foi elaborado um artigo, apresentado na seção 2.2.

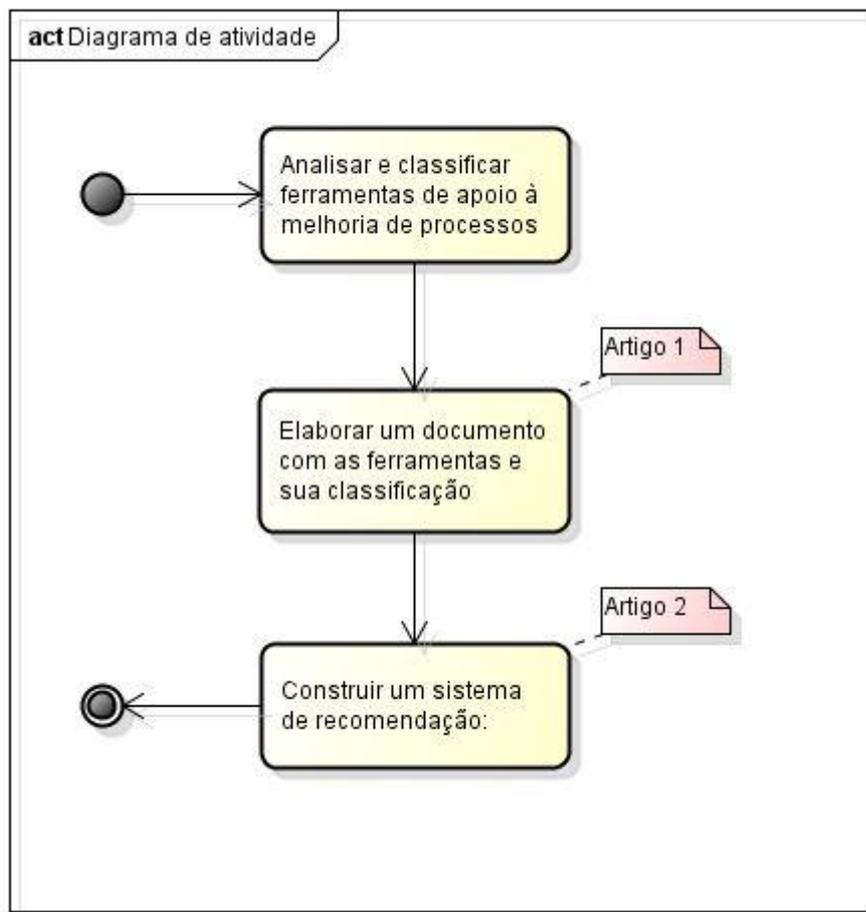


Figura 1. Fluxo de atividades do trabalho.

Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 1 apresenta graficamente as etapas metodológicas. Desta forma, atingindo os objetivos específicos, foi possível responder à pergunta da pesquisa estabelecida na seção 1.2, indicando ferramentas que podem ser adotadas por microempresas interessadas em melhoria de processos de software.

1.5 Estrutura da Dissertação

O restante da dissertação está organizado como segue. O Capítulo 2 é composto dos artigos resultantes da pesquisa realizada. O Artigo 1, publicado no 44º JAIIO/16º Simposio Argentino de Ingeniería de Software (Carvalho & Braga, 2015), apresenta a metodologia de avaliação e recomendação de ferramentas de apoio. O Artigo 2, a ser submetido a *journal* ainda não definido, apresenta o protótipo do sistema de recomendação de ferramentas de apoio. O Capítulo 3 apresenta as conclusões gerais e propostas de trabalhos futuros.

Para fins de organização, as referências do trabalho estão presentes nos artigos e também na seção Bibliografia. Foram mantidas as referências nos artigos, por estarem em padrões diferentes entre eles e entre o restante do trabalho.

2 ARTIGOS

2.1 ARTIGO 1: Avaliação de ferramentas de apoio à melhoria de processos de software em micro e pequenas empresas

Denis Rocha de Carvalho, José Luís Braga

In: Jornadas Argentinas de Informática, 44º, 2015, Rosário, Argentina. Proceedings 2451-7593. ASSE 2015: 16º Simposio Argentino de Ingeniería de Software, 2015, p. 191-204

Resumo: O mercado de produção de software é competitivo por natureza. Para as micro e pequenas empresas (MPE), produtoras de software, a qualidade do produto de software é requisito primordial. O melhor caminho é melhorar a qualidade de seu processo de produção, apoiado por ferramentas adequadas, que catalizem a adoção de boas práticas no desenvolvimento de software. Este trabalho tem como objetivo obter uma classificação de ferramentas adequadas para adoção em MPE, e uma sistemática de recomendação que auxilie as MPE a decidir sobre adoção de ferramentas de apoio à qualidade de software. A base deste trabalho é a ISO/IEC 29110, que é uma norma de qualidade de software para as MPEs. A classificação das ferramentas de apoio foi embasada na ISO/IEC 9126, que é a norma que define os requisitos de qualidade e na definição do perfil da MPE. Os resultados parciais indicam que é possível obter recomendações que atendam às necessidades de MPE, e a sistemática de recomendação apresentada permite avançar neste sentido.

Palavras chave: Qualidade de Software, Produto de Software, MPE, ISO/IEC 29110, ISO/IEC 9126

1 Introdução

O software está presente em todos os segmentos da economia mundial. Isso nos torna dependentes do software e sua qualidade, justificando um investimento na sua produção [6]. Qualidade de software pode ser definida como um conjunto de propriedades de um produto de software, que lhe conferem atributos para satisfazer a necessidades explícitas e implícitas [21]. O mercado mundial de software é muito competitivo e empresas que querem competir nesse mercado devem investir em qualidade. O que é uma barreira no contexto de micro e

pequenas empresas (MPE), um segmento muito grande e que muitas das vezes não têm recursos suficientes para investir em programas de qualidade.

1.1 Problema

As MPEs podem ser caracterizadas pelo número de funcionários e pela sua renda bruta anual [14]. A questão acerca da quantidade de funcionários não é unificada, essa definição é diferente de acordo com a região do mundo em que ela está situada. Na Europa, 85% das MPEs do setor de TI possuem entre 1 e 10 empregados, no Canadá, 78% possuem de 1 a 25 empregados, no Brasil a Lei complementar 123/06 [4] define que elas devem possuir de 1 a 19 empregados e ter receita bruta anual inferior a R\$ 360.000,00 para microempresa e R\$ 3.600.00,00 para pequenas empresas [6].

Para uma MPE desenvolvedora de software, o seu produto deve ter alta qualidade para ser competitivo, sob pena de afetar negativamente seu posicionamento no mercado e conseqüentemente, sua própria sobrevivência. É importante que a empresa invista de alguma forma na qualidade de seu produto [16]. É preciso buscar a qualidade do software investindo principalmente no processo produtivo e de distribuição, e na adoção de boas práticas de desenvolvimento [24].

A escolha de uma ferramenta adequada pode induzir a utilização de boas práticas de desenvolvimento de software nas empresas, favorecendo a melhoria da qualidade.

A escolha de uma ferramenta inadequada pode causar graves problemas, ocasionando perda de tempo na produção de artefatos em quantidade excessiva e talvez desnecessários para a área de atuação de cada empresa [9]. O objetivo deste trabalho é criar uma sistemática de recomendação de ferramentas de apoio a qualidade de software em MPEs, auxiliando na escolha adequada ao perfil de cada empresa. Possivelmente indicando para a MPE uma ferramenta aderente ao perfil da empresa e que induza práticas de desenvolvimento que melhorem a qualidade do software produzido a curto prazo.

1.2 Importância

O mercado mundial de software e serviços em 2011 movimentou US\$ 884,5 bilhões. O Brasil foi responsável por US\$ 21,4 bilhões, ocupando a 10 posição no ranking mundial. E no Brasil existem mais de 8.500 empresas, sendo que 94% são MPE [25]. Segundo o Sebrae [25], em 2010 a indústria de desenvolvimento de software movimentou US\$ 5,51 bilhões, alcançando 35% de participação no mercado nacional. Segundo Associação brasileira das empresas de

software (ABES) [3], em 2013 o mercado mundial de software e serviços movimentou US\$ 1.083 bilhões. O Brasil assumiu o 8º lugar no ranking mundial, com um mercado interno de US\$ 25,1 bilhões. O número de empresas diminuiu para 8.302, destes 93,5% são MPEs.

Do ponto de vista econômico, as microempresas geralmente têm recursos financeiros limitados e a adoção de uma ferramenta não aderente aos negócios pode influenciar negativamente os seus negócios. Segundo Mattiello [2], grande parte das microempresas vão a falência por não terem recursos para saldar suas obrigações. O prejuízo financeiro pode vir como: i) atraso de cronograma; ii) Curva de aprendizagem é lenta; iii) Retorno de investimento (ROI) baixo; iv) Custo alto para implantação e pouca rentabilidade após a implantação, etc.

É necessário que a adoção de ferramentas seja aderente aos negócios da MPE e também ao modelo de qualidade desejado [14]. A adoção de uma ferramenta deve ser sistêmica, deve ser aderente à realidade da empresa e trazer o maior número de benefícios [9]. É preciso buscar uma forma de indicação dessas ferramentas para o contexto das MPEs, de fácil acesso.

Existem alguns trabalhos correlatos [20] [19]. O trabalho de Li [20], estabelece uma forma de ranqueamento de ferramentas baseada na opinião de alguém experiente. O trabalho de Embiriçú [19], estabelece um comparativo entre ferramentas de gestão de projeto. O diferencial deste trabalho é a elaboração de uma sistemática de recomendação que se inicia na avaliação das ferramentas, o alinhamento com ISO/IEC 29110 e a indicação de ferramentas baseado no perfil da MPE.

2 Contexto

Em tempos de competitividade acirrada, a consciência da necessidade de processos de produção mais eficientes, que garantam o equilíbrio perfeito entre qualidade e produtividade, cresce substancialmente. Nesse contexto, o fator qualidade tem sido considerado fundamental para o sucesso de qualquer organização [6].

O termo “qualidade” no contexto organizacional é, em geral, relacionado a uma série de aspectos, tais como normalização e melhoria de processo, medições, padrões e verificações, entre outros. Muitas empresas têm dificuldades em conceituar qualidade. Para o setor produtivo é o atendimento às expectativas do cliente, conformidade com a especificação, conhecimento do processo para melhorá-lo, efetividade e usabilidade [23].

2.1 Qualidade nas MPE's

Segundo Sommerville [21], a qualidade de software tem melhorado nos últimos 15 anos. Uma prova para essa afirmativa é o alto nível de adoção de novas técnicas e tecnologias. Além dessa razão, também tem havido uma grande conscientização da importância da qualidade de software, que está diretamente relacionada a um gerenciamento rigoroso de requisitos, uma gerência efetiva de projetos e em um processo de desenvolvimento bem definido, gerenciado e em melhoria contínua. Atividades de verificação e uso de métricas para controle de projetos e processo também estão inseridas nesse contexto, contribuindo para tomadas de decisão e para antecipação de problemas [23].

Segundo Carosia [5], a primeira grande dificuldade para as MPEs buscarem qualidade nos seus produtos é a escolha do modelo de qualidade. A pesquisa realizada por Carosia revela que as MPEs não tinham conhecimento de quais modelos eram mais aderentes às suas realidades. A segunda grande dificuldade são os recursos humanos escassos, dificultando a realização de reuniões, planejamento, produção, aderência aos processos, etc., tornando mais difícil a institucionalização das práticas de um modelo.

2.2 ISO/IEC 29110

A ISO/IEC 29110 é uma norma de qualidade que foi criada em 2011 e tem como principal diferencial ser acessível às MPEs, aqui denominadas VSE (*Very small entities*), desenvolvedoras de software. As VSE são definidas como “*entidade engajada em atividade de implementação de software, independentemente da sua atividade-fim ou de sua forma jurídica*”, tendo até 25 pessoas envolvidas direta ou indiretamente no processo de produção do software [25].

Segundo o Guia de implementação [25], o perfil genérico “*é aplicado ao contexto de desenvolvimento de software não crítico e não integrado a outros sistemas*”. Essa limitação é baseada no escopo dos projetos das VSE. O perfil de Entrada é destinado a VSE iniciantes, que trabalham com projetos pequenos. O perfil Básico descreve as práticas de desenvolvimento de software de um projeto, sem risco especial. O perfil Intermediário visa a VSEs com vários projetos e o perfil Avançado se aplica às VSE que queiram crescer na produção do software [29].

O perfil Básico é composto por dois macro processos: gerência de projetos (PM - *Project Management*) e implementação do software (SI - *Software Implementation*) (Figura 1).

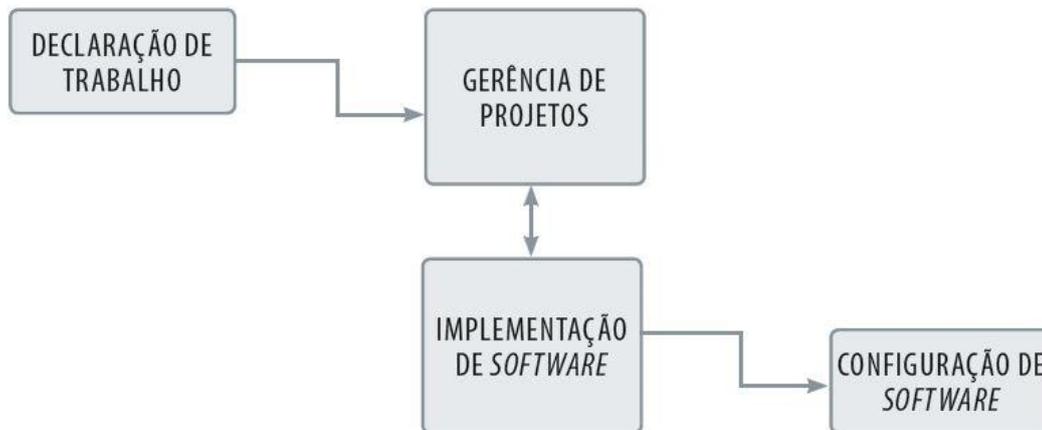


Fig. 1. Processos do perfil básico da ISO/IEC 29110

Como a ISO/IEC 29110 é destinada a VSEs, um dos pilares dela é o respeito a cultura da VSE, ou seja, o processo de desenvolvimento é totalmente customizável. Não existe limitação no processo, assim a VSE pode optar pelo processo tradicional ou por um processo ágil. Outra questão importante é a financeira, pois os custos de implementação chegam a ser três vezes menor que a implantação de nível inicial do MPS-Br [25]. Diante do exposto, a ISO/IEC 29110 será utilizada como modelo de qualidade neste trabalho.

3 Classificação das Ferramentas apropriadas para MPE's

Para se avaliar um software é necessário estabelecer critérios bem definidos. Inicialmente é importante estar bem definido o conceito de qualidade. Segundo Pressman [10], qualidade é a conformidade a requisitos funcionais e de desempenho claramente explicitados, a padrões de desenvolvimento claramente documentados e a características implícitas que são esperadas de todo software.

A norma ISO/IEC 9126 estabelece o modelo de qualidade de software [8]. O modelo define características internas e externas para os produtos de software: Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade, Eficiência, Manutenibilidade e Portabilidade.

A ISO/IEC 9126 permite que a qualidade do software seja definida e avaliada de forma diferente, de acordo com os critérios adotados [8]. Ela pode ser utilizada por diferentes perfis, por exemplo: o analista de qualidade, o desenvolvedor e o usuário final. Assim, é possível atingir objetivos específicos, por exemplo: validar a acurácia da aplicação, identificar seus requisitos, realizar o teste do software, identificar critérios de aceitação, etc [8].

3.1 Critérios

Segundo Guerra [30], julgar a qualidade é interpretar os resultados das medições. Para realizar as medições foram estabelecidos critérios iniciais para avaliar a aderência das ferramentas ao contexto da melhoria de processos.

Inicialmente as ferramentas foram categorizadas em três grupos: Ferramentas de apoio à gestão de projetos (GPR), Ferramentas de apoio à gestão de requisitos (GRE) e ferramentas de modelagem de diagramas (UML). A ISO/IEC 9126 [8] define um conjunto de atributos de qualidade desejáveis ao software. Esses atributos são utilizados para nortear a avaliação da qualidade destas ferramentas.

Definido os grupos das ferramentas e atributos de qualidade, foram estabelecidos os requisitos de qualidade. Como são duas áreas distintas mas complementares, grande parte dos requisitos são semelhantes. O diferencial está no atributo funcionalidade, que descreve as reais necessidades de cada grupo, os demais requisitos são comuns às ferramentas.

Para avaliar as ferramentas e obter uma classificação, além de estabelecer os requisitos necessários é preciso especificar seu nível de atendimento e sua importância. Estes níveis podem variar entre “Satisfaz” (S), “Satisfaz Parcialmente” (P) e “Não Satisfaz” (N), com escala 2, 1 e 0, respectivamente. O grau de importância do requisito é um peso por importância, definida como “Essencial”, “Importante” ou “Desejável”, com pesos 3, 2 e 1, respectivamente [30].

Cada requisito funcional das ferramentas possui uma escala de operacionalidade (O) [8]. A operacionalidade do requisito pode variar de 1 a 5: onde 1 equivale a um requisito com operacionalidade baixa e 5 equivale a um requisito com operacionalidade alta. A operacionalidade média é compreendida entre 2 a 4.

Assim para computar o resultado da avaliação, a classificação (X) será dada pelo somatório dos produtos do peso de importância (P) e escala de níveis de atendimento (E) de cada atributo (n) calculando o somatório da escala de operacionalidade, representada pela fórmula a seguir:

$$x = \sum_{i=1}^N P_i E_i + \sum_{j=1}^N O_j$$

3.2 Ferramentas candidatas

A seleção de ferramentas candidatas teve como princípio norteador as características das MPEs, definidas anteriormente na seção 1.1. Como exposto, as MPEs não possuem recursos

suficientes para adquirir ferramentas proprietárias. Além desta evidência, a partir da cotação realizada junto aos principais fornecedores de software do mercado (IBM, Oracle, Microsoft, Borland, etc), foi descartada a inclusão dessas ferramentas, visto seu alto preço por licença para um usuário, com média de R\$ 4500,00.

Como as ferramentas proprietárias estão fora do alcance das MPEs, foram selecionadas inicialmente três ferramentas por grupo. Elas foram selecionadas através de pesquisa realizada junto à comunidade ([38], [40] e [39]), são elas: **GPR**: OpenProject [31]; Redmine [33]; GP-Web [34] e dotProject [44]. **GRE**: OpenReq [35]; Sigerar [36] e OSRMT [37]. **UML**: ArgoUML [42]; DIA [43] e Visual Paradigm (VP) [45].

3.3 Classificação

Para ser possível avaliar as ferramentas, foi preciso determinar requisitos desejáveis para apoiar melhoria de processos em MPEs. No contexto deste trabalho, para fins de verificação da aderência do estudo, optamos inicialmente por selecionar poucos requisitos, acrescentando mais requisitos demandados pelo avanço da pesquisa. Os requisitos selecionados estão intimamente relacionados com a elevação da maturidade dos processos em MPEs.

Para as ferramentas do grupo GPR, as funcionalidades selecionadas foram: permite criar cronograma, definição de WBS (ciclo de vida), estimar escopo (definição), esforço, custo e tamanho, possui integração com ferramentas de gestão de requisitos, possui aderência à metodologia ágil, permite gerenciar tarefas. Para as ferramentas do grupo GRE, as funcionalidades selecionadas foram: cadastro de requisitos, rastreabilidade, registro de aprovação, cadastro de múltiplos projetos e gerenciamento de mudanças. E para as ferramentas do grupo UML, as funcionalidades selecionadas foram: geração de código através dos diagramas, exportação de imagens e modelagem visual no padrão UML.

A maioria dos requisitos selecionados são básicos para os processos de gerência de projetos e de requisitos. No entanto, existem requisitos que podem ser diferenciais entre ferramentas, como por exemplo no grupo GPR, o requisito relacionado à metodologias ágeis e no grupo GRE, registro de aprovação dos requisitos. Esses requisitos são tendências atuais [21], os modelos de qualidade mais conhecidos exigem esses itens como requisitos para obtenção de maturidade e conseqüentemente a certificação. As metodologias ágeis ganham cada vez mais adeptos e o reuso do software é uma forma de minimizar o custo final do produto, porém deve ser gerenciado adequadamente [21].

Os demais requisitos são comuns entre os grupos. Portabilidade, menu de ajuda, idioma português, requisitos de acessibilidade, boa resposta às tarefas, mensagens de erros intuitivas, controle e validação de usuários, personalização da ferramenta e por fim a possibilidade de adicionar extensões. Esses requisitos possuem suas respectivas importâncias e são relevantes no contexto da qualidade dos produtos e principalmente da necessidade das MPEs.

Tabela 1. Classificação das ferramentas UML

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	ArgoUML	Escala	Dia	Escala	VP	Escala	
UML	Funcionalidade	Geração de código	Importante	S	4	N	-	S	5	
		Exportação dos diagramas em imagem	Essencial	S	5	S	4	S	5	
		Modelagem visual através de UML	Essencial	S	5	S	5	S	5	
	Portabilidade	Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-	
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-	
		Suporta de idioma: Português	Essencial	S	-	N	-	S	-	
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Desejável	N	-	N	-	N	-	
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejável	S	-	S	-	S	-	
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-	
		Controle e validação de usuário	Desejável	N	-	N	-	N	-	
	Manutenabilidade	Personalização da ferramenta	Importante	N	-	P	-	N	-	
		Suporte a instalação de extensões	Desejável	S	-	S	-	S	-	
S = Satisfaz P = Satisfaz parcialmente N = Não satisfaz 1..5 = Difícil...Fácil				Total	74	32	60	26	73	31

O resultado da classificação do grupo UML (Tabela 1) apresentou um quadro de empate técnico entre as ferramentas ArgoUML e VP. Apesar dessa igualdade é necessário levar em conta alguns fatores. O principal fator decisório é a questão custo x benefício, pois o ArgoUML é totalmente gratuito e portátil.

Tabela 2. Resultado classificação grupo GPR

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	OpenProject	Escala	RedMine	Escala	GPWeb	Escala	dotProject	Escala	
GPR	Funcionalidade	Definir cronograma	Essencial	S	4	S	5	S	5	S	5	
		Definir WBS	Essencial	P	3	P	4	S	5	P	3	
		Estimar escopo, esforço, custo e tamanho	Essencial	S	5	S	4	S	5	S	4	
		Integração com outras ferramentas GRE	Importante	P	3	S	4	P	3	P	3	
		Aderente a metodologia ágil	Essencial	N	-	S	1	N	-	N	-	
	Planejar tarefas	Essencial	S	4	S	4	S	5	S	4		
	Portabilidade	Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
		Suporta de idioma: Português	Essencial	N	-	S	-	S	-	S	-	
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Importante	N	-	N	-	N	-	N	-	
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejável	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
Controle e validação de usuário		Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-		
Manutenabilidade	Personalização da ferramenta	Importante	P	-	P	-	P	-	P	-		
	Suporte a instalação de extensões	Desejável	P	-	S	-	P	-	P	-		
S = Satisfaz P = Satisfaz parcialmente N = Não satisfaz 1..5 = Difícil...Fácil				Total	69	19	87	22	82	23	75	19

O resultado da classificação do grupo GPR (Tabela 2) demonstrou que o *Redmine* obteve melhor pontuação. O grande diferencial dele é a integração com ferramentas de gerência de requisitos. O *fermine* é um *plugin* do *Redmine* que visa a preencher os documentos de elicitação de requisitos automaticamente, agilizando assim o processo [42]. Possui personalização básica do ambiente e é um aplicativo Web, facilitando assim o suporte, pois evita instalação nos terminais dos usuários.

Tabela 3. Resultado classificação grupo GRE

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	OpenReq	Escala	Sigerar	Escala	OSRMT	Escala	
GRE	Funcionalidade	Cadastro de requisitos	Essencial	S	5	S	4	S	5	
		Rastreabilidade de requisitos	Essencial	S	4	S	3	S	3	
		Registro de aprovação de requisitos	Essencial	N	-	S	2	N	-	
		Cadastro de múltiplos projetos	Essencial	S	5	S	5	S	5	
		Mudança de requisitos	Essencial	S	4	S	3	S	3	
	Portabilidade	Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-	
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-	
		Suporta de idioma: Português	Essencial	N	-	S	-	N	-	
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Importante	P	-	P	-	P	-	
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejável	S	-	S	-	S	-	
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-	
		Controle e validação de usuário	Essencial	S	-	S	-	S	-	
	Manutenibilidade	Personalização da ferramenta	Importante	P	-	P	-	P	-	
		Suporte a instalação de extensões	Desejável	S	-	P	-	P	-	
S = Satisfaz P = Satisfaz parcialmente N = Não satisfaz 1..5 = Difícil...Fácil				Total	70	18	78	17	69	16

O resultado da classificação do grupo GRE (Tabela 3) demonstrou grande equilíbrio entre as ferramentas. A ferramenta que obteve a melhor pontuação foi a Sigerar, que foi desenvolvida na Universidade Metodista de Piracicaba. Seu grande diferencial é o suporte a *plugins* de terceiros e notificações aos interessados nos requisitos após mudanças para aprovações via e-mail.

As ferramentas classificadas de acordo com os critérios definidos formam um conjunto de ferramentas com potencial de induzir boas práticas de melhoria de processos de software. Os requisitos preestabelecidos têm o potencial de melhorar os projetos e consequentemente o produto de software desenvolvido pela MPE.

3.4 Recomendações

O processo de recomendação será norteado pelo perfil da MPE que deseja adotar o conjunto de ferramentas. Este trabalho utilizará o Sistema de Recomendação de Boas Práticas (SRBP) criado por Castro [7]. O sistema automatiza processo de definição do perfil das MPEs e sugere boas práticas para o processo de desenvolvimento da MPE.

O processo de definição do perfil das MPEs é baseado na análise de sete perspectivas de uma empresa desenvolvedora de software [12]. Essas perspectivas são divididas em duas áreas de concentração, técnico (T) e gerencial(G) [6]: i) Escala: tamanho do projeto; ii) Dinamismo(G): empresa permite mudanças de escopo; iii) Criticidade/Flexibilidade(G): Estabilidade contratual definida; iv) Cultura/Maturidade do processo(G): características peculiares à empresa; v) Previsibilidade arquitetural(T): grau de viabilidade técnica; vi) Experiência no domínio(T): nível de experiência no domínio do problema; vii) Competência pessoal(T): mão de obra qualificada. A perspectiva Escala é relacionada com o tamanho da aplicação, assim ela é independente das áreas de concentração, pois é uma informação externa à MPE.

Para possibilitar sugerir ferramentas de apoio à melhoria de processos de software, é necessário estabelecer critérios decisórios para direcionar a sugestão das ferramentas, de acordo com o perfil da MPE. Os requisitos iniciais para conseguir gerar uma sugestão aderente ao perfil da MPE são: o perfil da MPE, as boas práticas selecionadas pela MPE e da classificação das ferramentas de apoio.

As regras de sugestão serão norteadas pelas perspectivas utilizadas na definição do perfil da MPE. Para fins de verificação da aderência da pesquisa, foram elaboradas atualmente apenas três regras. Seguem as regras para sugestão das ferramentas:

1- Uma MPE com perspectiva Escala pequena (valor = 1) é necessário uma ferramenta com operacionalidade alta: A característica da perspectiva Escala pequena é um quadro com projeto pequeno (até 20 casos de uso ou 200 pontos de função) e possui até 3 profissionais [6]. Não é interessante perder tempo com ferramentas que demandam tempo para aprender a sua operação. É necessário, uma ferramenta intuitiva, simples.

2- Uma MPE com perspectiva Dinamismo moderada (valor = 2) é necessário uma ferramenta com funcionalidade de cadastro de requisitos, rastreabilidade e gerência de mudança: A característica da perspectiva Dinamismo moderada são projetos com até 15% de alterações nos requisitos [6]. É preciso gerenciar o histórico do requisito e, desta forma, sugerir ferramentas que possuam esse tipo de funcionalidade.

3- Uma MPE com perspectiva Competência pessoal moderada (valor = 2) é permitido sugerir ferramentas com operacionalidade média: A característica da perspectiva Competência pessoal moderada é a equipe com experiência moderada, com capacidade de trabalhar com situações com precedentes [6]. Como a equipe possui experiência, é permitido sugerir ferramentas com operacionalidade mediana, que possuam mais recursos.

Em caso de empate na classificação, os critérios para desempatar a ordenação de sugestão das ferramentas dar-se-á da seguinte forma, observando inicialmente a seção 3.3: i) o maior somatório do fator de operacionalização (escala) dos requisitos; ii) o maior somatório global da classificação. Após esse processo, o usuário irá selecionar as boas práticas que são aderentes à MPE. Essas boas praticas balizarão a avaliação das ferramentas de apoio. Como resultado final a indicação da ferramenta mais aderente à realidade da empresa.

4 Caso de recomendação

Para realizar a recomendação de ferramentas de apoio a melhoria de processo de software proposta neste trabalho, a Jungle Digital Games [12], empresa pertencente à incubadora de base tecnológica da Universidade Federal de Viçosa, que atua com desenvolvimento de jogos digitais educacionais, utilizará a metodologia de recomendação.

A Jungle possui 9 funcionários, que dividem as tarefas de produção artística e desenvolvimento. Existe a definição dos papéis: um gerente de produção, um gerente de projetos, um analisa de sistemas, um programador, um desenhista, um modelador 3D, um designer gráfico e dois analistas de negócio (que são pedagogos) [12]. Possui vários projetos bem sucedidos e deseja melhorar sua qualidade, pois observa que uma tendência do mercado é em aplicações mobile e este setor é muito competitivo.

O processo tem início com a definição dos valores das perspectivas da MPE (Escala = 1; Dinamismo = 2; Criticidade/Flexibilidade = 2; Cultura/Maturidade em processo = 2; Previsibilidade arquitetural = 2; Experiência no domínio = 1 e Competência pessoal = 1), o SRBP determina a complexidade de ambiente e apresenta um lista de boas práticas sugeridas (Tabela 4) para melhorar o processo de produção de software.

Tabela 4. Boas práticas sugeridas pelo SRBP

Lista de boas práticas recomendadas pelo SRBP		Tipo
1	Acompanhamento incluindo revisão e obtenção de compromisso dos planos de projeto com os interessados	G
2	Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades	G
3	Definição inicial de escopo (documento de visão)	G
4	Planejamento de recursos e ambientes necessário, incluindo, por exemplo, equipamentos, ferramentas, serviços, componentes, viagens, etc.	G
5	Planejamento de recursos humanos para o projeto, determinando funções, responsabilidades, relações hierárquicas	G
6	Comunicação e comprometimento formal dos requisitos com a equipe técnica	T
7	Definição de padrão de codificação para minimizar impactos de manutenção	T
8	Descrição de casos de uso	T
9	Identificação formal dos fornecedores de requisitos do projeto	T
10	Identificação formal dos requisitos (lista de requisitos funcionais e não funcionais, descrições)	T
11	Modelagem visual do projeto através de UML	T
12	Rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e os produtos de trabalho (Requisito x Requisito, Requisito x Caso de uso, Caso de uso x Caso de uso)	T
13	Realização de testes de aceitação dos usuários	T
14	Realização de testes funcionais	T
15	Registro formal de solicitações de alteração e /ou inclusão de requisitos, incluindo análise de impacto para elas	T
16	Utilização de prototipação	T

As boas práticas sugeridas são ações com maior impacto no processo de produção e são aderentes ao perfil básico da ISO/IEC 29110 [24]. A MPE possui, de acordo com o perfil traçado pelo SRBP, uma complexidade de ambiente média técnica. Que informa que a MPE apresenta características técnicas [7]. Uma MPE não pode perder o dinamismo e deve realizar ações que garantam o mínimo de qualidade no seu processo de produção. De acordo com a sugestão de boas práticas, a Jungle selecionou três boas práticas: i) Identificação formal dos requisitos (T); ii) Rastreabilidade bidirecional entre os requisitos (T) e iii) Cronograma simples com datas e responsáveis pelas atividades (G).

As boas práticas selecionadas são um instrumento norteador para indicar as ferramentas. De acordo com o perfil da Jungle, trata-se de uma MPE com poucos profissionais e projetos pequenos (Escala = 1). Possui grau moderado de dinamismo (Dinamismo = 2), que informa que a MPE é sujeita a 15\% de mudanças de requisitos por mês. De acordo com as regras criadas na seção 3.3, MPEs com perspectiva Escala = 1 e Dinamismo = 2, precisam respectivamente de ferramentas com alto grau de operacionalidade e ferramentas com cadastro e rastreabilidade de requisitos. Diante do exposto, as ferramentas sugeridas (ordenadas da mais aderente para a menos aderente) para a Jungle são:

- GPR: 1º) GPWeb; 2º) Redmine; 3º) dotProject e 4º) OpenProject.
- GRE: 1º) OpenReq; 2º) Sigerar e 3º) ORSMT.
- UML: 1º) ArgoUML; 2º) VP e 3º) Dia.

Estas ferramentas não foram necessariamente as melhores ranqueadas em nossa avaliação (seção 3.3), porém possuem aderência ao perfil da MPE. Elas possuem recursos para induzir qualidade de software no dia-a-dia da Jungle. **GPWeb** é uma aplicação web de gerenciamento de projetos. Ela está disponível no portal do software público [32]. É um software brasileiro, escrito em PHP e é customizável. **OpenReq** é uma ferramenta baseada na web open source (Java) de gerenciamento de requisitos. E **ArgoUML** é a ferramenta de modelagem UML open source líder e inclui suporte para todos os diagramas UML 1.4 padrão. Ele roda em qualquer plataforma Java e está disponível em dez línguas.

5 Conclusão

Este é um trabalho em andamento, em fase intermediária de desenvolvimento. Os resultados aqui apresentados são parciais, portanto. A recomendação realizada na seção 4, obteve como resultado a seleção de três ferramentas de apoio a melhoria de processos: GPWeb, OpenReq e ArgoUML. Ferramentas com potencial para melhorar de forma natural os processos de desenvolvimento da MPE.

As práticas alcançadas pela adoção destas ferramentas tem o potencial de apoiar a implantação da ISO/IEC 29110 nível Básico. A Jungle tem o perfil desejado para a norma, pois possui 9 funcionários, abaixo do limite estabelecido pela norma (Seção 2.2).

A adoção dessas ferramentas tem o potencial de criar hábitos gerenciais e técnicos no processo de produção de software, tornando a empresa aderente a realidade do mercado brasileiro [27]. As MPEs precisam de qualidade, mas não podem ficar engessadas. Elas são dinâmicas por natureza e sabendo desse perfil é preciso ter boas práticas que melhorem seu dia-a-dia sem perder esse dinamismo. Logo a adoção das ferramentas indicadas cumprem as boas práticas sugeridas pelo SRBP de acordo com a ordem de prioridade. Assim a Jungle poderá escolher 20% de boas práticas que solucionam 80% dos problemas. Melhorando sua qualidade sem perder sua essência.

O acesso a informação é uma grande contribuição. Muitas MPEs não têm acesso aos modelos de qualidade [5], ferramentas e não têm conhecimento do poder das ferramentas, no sentido de apoiar o desenvolvimento de seu produto. Desta forma, a sistemática de recomendação apresentada é um grande avanço, possibilitando o acesso a um conjunto de ferramentas aderentes ao perfil da empresa e que induzam qualidade de software no seu dia-a-dia. Como trabalho futuro, é necessário refinar os requisitos funcionais das ferramentas e as

questões da recomendação, desenvolver um aplicativo para automatizar essa recomendação e disseminar este trabalho entre MPEs.

6 Referências

- [1] SEI: CMMI-DEV for development. version 1.3. (2010)
- [2] Mattiello, R.; Ramos, D. B. O fluxo de caixa como planejamento financeiro em uma microempresa. Anais Seminário de Iniciação Científica de Ciências Contábeis, v. 4, n. 1, (2013)
- [3] ABES: Mercado brasileiro de Software: Panorama e tendências. (2014)
- [4] Federal, R.: Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006. (2013)
- [5] Carosia, J. S.: Levantamento da qualidade do processo de software com foco em pequenas organizações. INPE, São José dos Campos (2003)
- [6] Castro, R. M.; BRAGA, J. L.; SOARES, L. S.. Selection of good practices for small software development teams: a knowledge-based approach. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, v. 38, n. 6, p. 1-15, 2013.
- [7] Castro, R. M.; BRAGA, J. L.; SOARES, L. S., OLIVEIRA, A. P.. Selection of software development good practices in micro and small enterprises: an approach using knowledge-based systems. 31st International Conference of the Chilean Computer Science Society , 2012.
- [8] ISO: ISO/IEC 9126-1. Engenharia de software: Qualidade de produto. Parte 1 (2003).
- [9] Montoni, M. A.: Lições aprendidas com implementação do modelo MPS-Br em empresas. MPS-Br: Lições aprendidas, V.1, n. 1, p. 31-44, (2008)
- [10] Pressman, R. S.: Software Engineering: A Practitioner's Approach, McGraw Hill. (2001)
- [11] Salviano, C. F.: Melhoria e Avaliação de Processo de Software com o Modelo ISO/IEC 15504-5: 2006. Lavras: UFLA/FAEPE (2006)
- [12] Satler, B. T. Seleção de Melhores Práticas de Engenharia de Software com Base em Parâmetros Extraídos do Ambiente do Problema. 2010. Universidade Federal de Viçosa, CCE/DPI, dissertação de Mestrado
- [13] Santos, G., et al.: SPI-KM-lessons learned from applying a software process improvement strategy supported by knowledge management. Product-Focused Software Process Improvement. Springer Berlin Heidelberg, 2007. 81-95.
- [14] Santos, G., et al. C.: Lições Aprendidas na Gestão do Programa MPSBR. MPS-BR: Lições Aprendidas/organizadores: Rocha, ARC, Weber, KC Campinas: SOFTEX (2008)

- [15] Sebrae: Critérios e conceitos para classificação de empresas, <http://www.sebrae.com.br/uf/goias/indicadores-das-mpe/classificacaoempresarial/>
- [16] Softex: Associação para promoção da excelência do software brasileiro, <http://www.softex.br>
- [17] Softex: Guia Geral: Melhoria de Processo do Software Brasileiro, <http://www.softex.br/wpcontent/uploads/2013/07/MPS.BRGuiaGeral\Software20121.pdf>.
- [18] Softex: Melhoria de processo do software brasileiro, <http://www.softex.br/mpsbr/>
- [19] Embiruçu, D. L.: Avaliação de Ferramentas de Apoio Gerenciamento de Projetos com foco no Nível G do MPS-Br. Recife: UFPE/CIn. (2009)
- [20] Li, M. et al. A ranking of software engineering measures based on expert opinion. Software Engineering, IEEE Transactions on, v. 29, n. 9, p. 811-824, 2003
- [21] Sommerville, I.: Engenharia de Software, 9ª edição, Pearson. (2013)
- [22] Abnt: NBR/ISO 8402: gestão da qualidade e garantia da qualidade, terminologia. ABNT, (1994)
- [23] Vasconcelos, A. M. L., e Marciel, T. M. M.: Introdução à engenharia de software e aos princípios de qualidade. Lavras: UFLA/FAEPE. 104p (2003).
- [24] ISO: ISO/IEC 29110-5: Software engineering - Lyfecycle profiles for VSE's - Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic profile group: Basic profile. (2011)
- [25] Abnt: Guia de implementação: Desenvolvimento de softwares para pequenas organizações. <http://portalmpc.abnt.org.br/biblioteca/arquivos>
- [26] Boas, G. V.: Qualidade de Software nas MPE ISO/IEC 29110. (2012)
- [27] Sebrae: Normas e certificações em software: Qual serve melhor para mim? ISO/IEC 29110 / ISO 9000 / CMMI / MPS-BR. (2013)
- [28] Softex. Guia de Implementação - Parte 12: Análise da aderência do MRMPS-SW:2012 em relação à NBR ISO/IEC 29110-4-1:2012. (2012)
- [29] Laporte, C. Y., et al: ISO em foco: Pequenas organizações. Boletim ABNT, p. 16-20 (2013)
- [30] Guerra, A. C., et al: Tecnologia da informação: qualidade de produto de software. (2009)
- [31] OpenProject: OpenProject Foundation. <http://www.openproject.org>
- [32] Público, P. S.: Portal do Software Público. <http://www.softwarepublico.gov.br>
- [33] Redmine: Redmine Team. <http://http://www.redmine.org>
- [34] GP-Web: Sistema GP-Web LTDA. <http://http://www.sistemagpweb.com>
- [35] OpenReq: OpenReq. <http://http://sourceforge.net/projects/openreqmgmt>

- [36] Sigerar: Sistema de Gerenciamento de Requisitos. <http://sourceforge.net/projects/sigerar>
- [37] OSRMT: Open Source Requirements Management Tool. <http://sourceforge.net/projects/osrmt>
- [38] Mendes, F. F., et al: Análise de Ferramentas para Apoio à Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos de Software. VI WAMPS, Campinas–SP (2010): 148-157.
- [39] Junior, A. B. C., et al: Uma Análise Avaliativa de Ferramentas de Software Livre no Contexto da Implementação do Processo de Gerência de Requisitos do MPS-BR. WER. 2010.
- [40] Yoshidome, E. Y. C., et al: Uma Implementação do Processo de Gerência de Projetos Usando Ferramentas de Software Livre. Anais do VI Workshop Anual do MPS. BR-WAMPS, Campinas-SP. 2010.
- [41] Almeida, G., et al: Ferramenta de Apoio à Engenharia de Requisitos Integrada a um Ambiente Colaborativo de Código Aberto. Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática (CBSOft), Sessão de Ferramentas. Vol. 4. 2010.
- [42] ArgoUML: Argo UML, <http://argouml.tigris.org/>.
- [43] Dia: Dia Sheet UML, <http://dia-installer.de/shapes/UML/index.html.en>.
- [44] dotProject: Project Management Software, <http://www.dotproject.net/>.
- [45] Paradigm V.: Visual Paradigm, <http://www.visual-paradigm.com/solution/freeumltool/>.

2.2 ARTIGO 2: Sistema de Recomendação de Ferramentas de Apoio à Melhoria de Processos de Software

Denis Rocha de Carvalho e José Luís Braga

Abstract. The software production market is dynamic and micro and small enterprises (MSEs) need attention because its risk framework inspires special care. It is important to use tools to support software development and the choice is not a simple task. This paper presents a prototype recommendation system support tools. The prototype was developed in CLIPS and is based on the classification of the tools and the profile of the MPE . The prototype was submitted to a set of profiles and recommended tools according to the input profile. The recommendation tool is a subjective task, but with the prototype was possible to make the recommendation a systemic and not subjective task.

Resumo. O mercado de produção de software é dinâmico e as micro e pequenas empresas (MPE) carecem de atenção, pois o seu quadro de riscos inspira cuidados especiais. É importante o uso de ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software e a escolha não é uma tarefa simples. O presente trabalho apresenta um protótipo de um sistema de recomendação de ferramentas de apoio. O protótipo foi desenvolvido na linguagem Clips e tem como base a classificação das ferramentas e o perfil da MPE. O protótipo foi submetido a um conjunto de perfis e recomendou ferramentas de acordo com o perfil de entrada. A recomendação de ferramentas é uma tarefa subjetiva, mas com o protótipo foi possível tornar a recomendação uma tarefa sistêmica e não subjetiva.

1 Introdução

Com a globalização, o mercado de produção de software está cada vez mais dinâmico. O mercado é dividido entre empresas de pequeno porte (Micro e pequenas empresas), de médio porte e de grande porte [Complementar 2013]. O foco deste trabalho são as empresas de pequeno porte, as micro e pequenas empresas (MPEs). São empresas que carecem de atenção, pois o quadro de risco das mesmas inspira maiores cuidados. Segundo [Pereira et al. 2009], a taxa de mortalidade destas empresas é assunto discutido por diversas instituições. Os maiores problemas são falhas gerenciais, fatores econômicos, falta de controle nas despesas, etc.

O desenvolvimento de software busca agilidade e bons resultados nos produtos desenvolvidos. Segundo [Pressman 2011], a Engenharia de Software é dividida em camadas: métodos, ferramentas, processos e o foco na qualidade. As ferramentas têm a função de dar apoio automatizado ou semiautomatizado ao desenvolvimento do software. Logo, o desenvolvimento de software precisa de boas ferramentas para suportar o processo de desenvolvimento e, assim, ajudam a equipe de desenvolvimento a se tornar dinâmica, com a agilidade esperada e com bons resultados que o mercado de trabalho espera da empresa.

A seleção da ferramenta ou das ferramentas de apoio à melhoria de processos não é uma atividade simples. Segundo [Carvalho et al. 2015], a seleção de uma ferramenta equivocada pode gerar grandes problemas às MPEs. É preciso que a seleção seja pontual e que seja principalmente de acordo com o perfil da empresa, evitando assim, prejuízos financeiros e gerenciais.

Faz-se necessário buscar formas de subsidiar a escolha e futura adoção de ferramentas de apoio, que sejam aderentes ao contexto da empresa e que principalmente sejam capazes de apoiar os processos da empresa. Gerando assim, melhora na qualidade do produto de software, aumento na lucratividade, fidelização do cliente e aumento na carteira de clientes.

O presente trabalho apresenta o protótipo do sistema de recomendação de ferramentas de apoio à melhoria de processos de software, que é um software que tem como missão indicar ferramentas de apoio de acordo com o perfil da MPE.

O restante do trabalho está organizado como segue. Na seção 2 são apresentadas as bases teóricas para a concepção do protótipo. A seção 3 apresenta a base do protótipo. Na seção 4 é apresentado um estudo de caso com a aplicação do protótipo e na seção 5 as conclusões do trabalho.

2 Revisão teórica

Para ser possível criar uma metodologia não subjetiva na indicação de ferramentas, foi necessário entender desde a definição do perfil da MPE, a busca por soluções automatizadas que suportem o perfil e, por fim, a linguagem e o paradigma para implementar o protótipo proposto.

2.1 Definição do perfil da MPE

Segundo [Satler et al. 2010], cada empresa possui um perfil associado a ela. Desta forma é possível sistematizar a complexidade do ambiente das empresas de forma objetiva, sem ambiguidade e sem subjetividade.

A definição do perfil da empresa é totalmente embasada nos trabalhos de [Boehm et al. 2003], que define 5 fatores críticos para definir um projeto e [Walker 1998], que define os 6 parâmetros que são as maiores variações em processos.

Esta interseção possibilitou o estabelecimento do perfil da complexidade do ambiente (tabela 1), uma forma de diagnosticar o perfil da empresa de acordo com os princípios estabelecidos anteriormente.

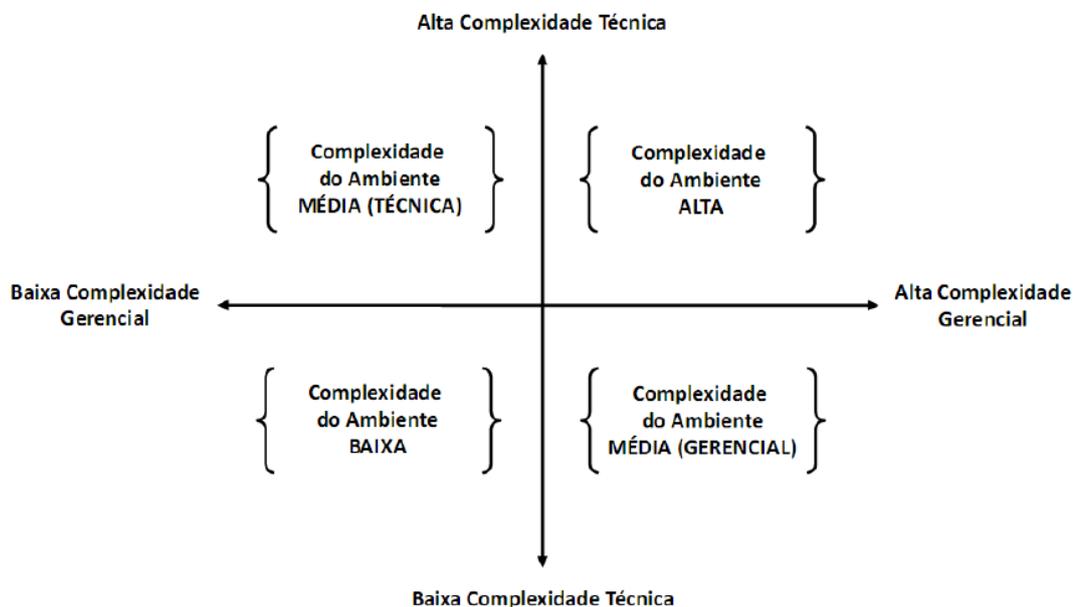


Figura 1: Quadrantes de complexidade do ambiente [Satler et al. 2010]

A definição do perfil possibilita também classificar as empresas de acordo com a sua complexidade de ambiente. [Satler et al. 2010] refinou o gráfico de [Walker 1998] e estabeleceu 4 quadrantes de complexidade de ambiente (Figura 1):

- Complexidade do ambiente alta: nível de amadurecimento alto da empresa;
- Complexidade do ambiente média técnica: nível de amadurecimento médio, com características técnicas;
- Complexidade do ambiente média gerencial: nível de amadurecimento médio, com características gerenciais;
- Complexidade do ambiente baixa: nível de amadurecimento baixo.

Tabela 1. Perspectivas para definição do perfil da empresa [Satler et al. 2010]

Perspectivas	Definição
Escala	Tamanho do projeto e da equipe
Dinamismo	Mudança de requisitos
Criticidade/Flexibilidade	Complexidade ambiental da aplicação
Cultura/Maturidade do processo	Processo adaptável
Previsibilidade arquitetural	Capacidade em resolver problemas com complexidade computacional
Experiência no domínio	Capacidade de entendimento de um domínio
Competência pessoal	Recursos humanos competentes, experientes e capacitados

O trabalho de [Satler et al. 2010] tem grande influência neste trabalho, pois fornece os fundamentos para estabelecer o perfil das empresas, necessário para obter recomendações adequadas de ferramentas.

2.2 Seleção de boas práticas

[Castro et al. 2012] define em seu trabalho um sistema para seleção de boas práticas de engenharia de software. O sistema utiliza como entrada de dados o perfil da empresa e tem como saída as boas práticas para a empresa adotar (Figura 2).

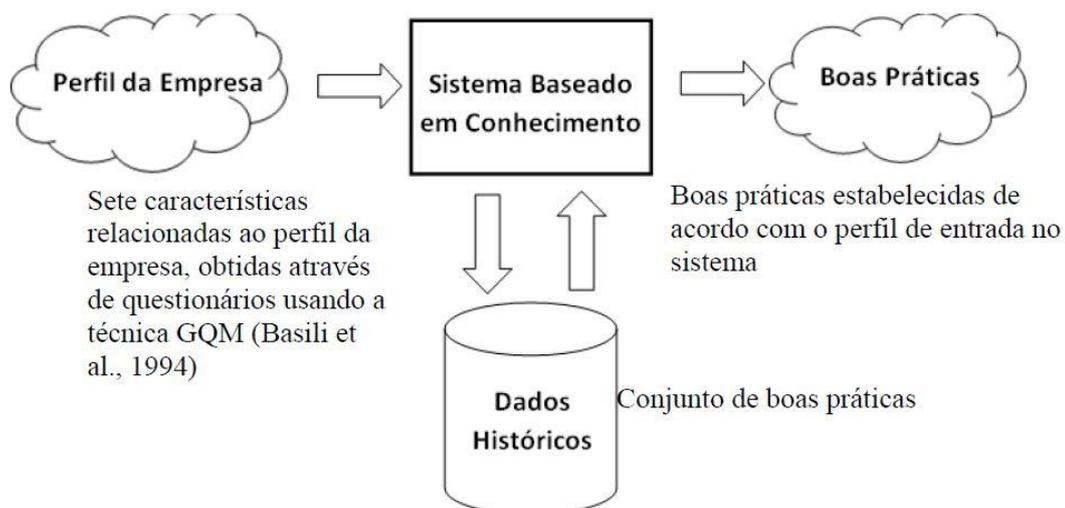


Figura 2. Representação do sistema. [Castro et al. 2012]

O sistema tem como base as 7 perspectivas definidas por [Satler et al. 2010]. O usuário deverá inserir o valor de cada perspectiva, onde ela poderá assumir valores de 1..3. Sendo 1 equivalente ao nível baixo, 2 para o nível médio e 3 para o nível alto. A posição da empresa no quadrante de complexidade ambiental é definida por um conjunto de regras [Castro et al. 2012]:

- Regras de classificação preliminar: são utilizadas para ajudar na localização do quadrante em que a empresa se enquadra;
- Regras de confirmação: tem como objetivo criar uma lista de perguntas cujas respostas serão a base para as regras de classificação final;
- Regras de classificação final: consistem em cálculos para ajuste do quadrante da empresa. Esses conjuntos de regras confirmam se o julgamento das regras de classificação preliminar está correto;
- Regras de enumeração: são usadas para recuperar a lista de boas práticas relacionadas com o quadrante determinado.

A Regra de classificação preliminar é um somatório composto. A pontuação varia de 7 a 21 pontos. E sua posição no quadrante de complexidade ambiental é definida pela fórmula abaixo:

$$PEE + \sum_1^3 PEG + \sum_1^3 PET$$

Onde PEE = pontos perspectiva escala, PEG = pontos perspectivas gerenciais e PET = pontos perspectivas técnicas. De acordo com o valor obtido na regra de classificação do quadrante, a empresa será posicionada em um dos quadrantes:

- Complexidade alta: valores entre 18..21;
- Complexidade média técnica: valores entre 11..17, com somatório das perspectivas técnicas maiores que os gerenciais;
- Complexidade média gerencial: valores entre 11..17, com somatório das perspectivas gerenciais maiores que os técnicos;
- Complexidade baixa: valores entre 7..10.

A definição do quadrante da empresa é um passo importante, após este o sistema irá executar as demais regras e ao fim irá expor algumas boas práticas da engenharia de software. A empresa em análise irá selecionar as boas práticas que julgar interessante.

2.3 Classificação de ferramentas

O processo de classificação das ferramentas de apoio foi baseado na ISO/IEC 9126 [Carvalho et al. 2015]. Inicialmente o processo de classificação realizava um cálculo matemático observando o relacionamento entre o grau de importância do requisito, a adequação quanto ao atendimento do requisito e outra nota atribuída à operacionalidade. Esses dois cálculos compunham a classificação da ferramenta [Carvalho et al. 2015].

Porém, por limitação da linguagem Clips, foi verificado que a atribuição de notas iria inviabilizar a decisão, visto que seria necessária uma estrutura condicional, o que é inviável na linguagem adotada. Desta forma, foi necessário modificar a estrutura do cálculo da operacionalidade, atribuindo apenas três níveis: i) Operacionalidade baixa; ii) Operacionalidade média; e iii) Operacionalidade alta.

Com essas atribuições a planilha eletrônica calcula a nota e assim atribui o conceito de operacionalidade à ferramenta.

Tabela 2. Classificação das ferramentas do grupo GPR

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	OpenProject	Escala	RedMine	Escala	GPWeb	Escala	dotProject	Escala	
GPR	Funcionalidade	Definir cronograma	Essencial	S	3	S	3	S	3	S	2	
		Definir WBS	Essencial	P	2	P	3	S	3	P	2	
		Estimar escopo, esforço, custo e tamanho	Essencial	S	3	S	3	S	3	S	3	
		Integração com outras ferramentas GRE	Importante	P	2	S	3	P	2	P	2	
		Aderente a metodologia ágil	Essencial	N	-	S	1	N	-	N	-	
	Portabilidade	Planejar tarefas	Essencial	S	2	S	3	S	3	S	3	
		Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
		Suporta de idioma: Português	Essencial	N	-	S	-	S	-	S	-	
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Importante	N	-	N	-	N	-	N	-	
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejável	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
		Controle e validação de usuário	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Manutenabilidade	Personalização da ferramenta	Importante	P	-	P	-	P	-	P	-	
		Suporte a instalação de extensões	Desejável	P	-	S	-	P	-	P	-	
	S = Satisfaz P = Sat. parcialmente N = Não satisfaz 1 = Baixa 2 Média 3 = Alta				Total	62	Média	81	Alta	73	Alta	68

Na tabela 2 é possível verificar o resultado da classificação (Apêndice C), onde isoladamente, sem os critérios de indicação de ferramentas, que a ferramenta RedMine é a melhor classificada, por obter a maior nota. O conceito de operacionalidade é usado somente no sistema, este conceito não tem efeito na classificação, visto que a fórmula de calcular a classificação não foi alterada [Carvalho et al. 2015]. Assim, essa adequação viabilizou o desenvolvimento das regras presentes no protótipo do sistema de recomendação de ferramentas e não foi necessário alterar a forma de calcular a classificação.

Essa adequação não influencia no modelo de qualidade adotado. É importante salientar que a ISO/IEC 29110 está presente na classificação na forma dos requisitos funcionais das ferramentas candidatas. Os requisitos presentes na classificação são aderentes ao modelo de qualidade, presentes nas atividades dos processos de gestão de projetos e implementação da norma de qualidade.

2.4 Clips

O CLIPS é uma linguagem para o desenvolvimento de sistemas especialistas [Nasa 2015]. É uma linguagem desenvolvida e mantida pela NASA como domínio público. As principais características:

- Representação do conhecimento por meio de base de conhecimento, regras, etc;
- É uma linguagem portátil;
- Possui documentação disponível.

O CLIPS nasceu na divisão de Inteligência Artificial da NASA em 1985. O protótipo foi criado a partir do ART (outro sistema especialista da época), sem ter acesso ao seu código fonte ou interface [Nasa 2015].

O CLIPS é baseado no conjunto de fatos e regras. Adicionando expressões lógicas e matemáticas, funções e variáveis.

Os fatos são a base de conhecimento. Os comandos responsáveis por criar os fatos são: *assert* ou *deffacts* (figura 3). As regras são a base de execução do CLIPS. O comando responsável por criar as regras é o *defrule* (figura 3).

```
E:\IFMG\Dropbox\Mestrado\Dissertação\SourceClips\ProjetoClips\ProjDenisV3.CLP

(defrule crit_1
  (criticidade 1|2)
  (ferramenta (nome ?nome) (valor-escala baixa))
  ?f1 <- (parar nao)
=>
  (retract ?f1)
  (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Criticidade/Flexibilidade moderada ou alta.")
  (printout t " Ferramenta com operacionalidade baixa: " ?nome crlf)
);fim regra

;*****
;* FATOS
;*****

(deffacts ferr-grp
  (ferramenta (nome OpenProject) (valor-total 62) (valor-escala media))
  (ferramenta (nome RedMine) (valor-total 81) (valor-escala alta))
  (ferramenta (nome GpWeb) (valor-total 73) (valor-escala alta))
  (ferramenta (nome dotProject) (valor-total 68) (valor-escala media))
);fim fatos grp
```

Figura 3. Exemplos de fatos e regras

Na figura 3 a regra *crit_1* executa a seguinte lógica: Se a perspectiva criticidade for igual a 1 ou 2 e a escala for baixa então selecione ferramentas de atributo de operacionalidade baixa. O comando *deffacts* estabelece a base de conhecimento utilizada pelo comando *defrule*. Desta forma, ao executar a regra, o CLIPS verifica a base de conhecimento e retorna os dados de acordo com a lógica presente na regra.

3 Protótipo de Sistema de Recomendação de Ferramentas de apoio

O protótipo do sistema especialista de recomendação de ferramentas de apoio à melhoria de processos de software foi construído na linguagem CLIPS. Tem como requisito de entrada, o perfil da empresa. Esta seção apresenta a metodologia utilizada para a construção do protótipo, suas regras e a amplitude de cobertura das regras, ou seja, seu escopo.

3.1 Aspectos metodológicos

O método empregado para desenvolver o protótipo de sistema de recomendação de ferramentas obedeceu a processo de desenvolvimento de sistemas especialistas definido por [Queiroz 2015]: Identificação - Conceituação - Formalização - Implementação - Teste.

Este processo foi proposto por [Queiroz 2015], baseado no paradigma clássico e as etapas são definidas a seguir:

- Identificação: São definidos os requisitos do sistema;
- Conceituação: Etapa responsável por iniciar o projeto do sistema, conceitos chave, aquisição de conhecimento, etc;
- Formalização: Responsável por organizar os conceitos chave, os subproblemas, a lógica do sistema;
- Implementação: Etapa responsável por codificar o sistema;
- Testes: Realizar testes no sistema.

A figura 4 apresenta o diagrama de contexto do sistema, uma macrovisão com suas entradas, processamento e saídas.



Figura 4. Diagrama de contexto do protótipo

O sistema de recomendação tem como entrada de dados o perfil da MPE e conta ainda com o conhecimento adquirido acerca da classificação das ferramentas [Carvalho et al. 2015]. Após o processamento das regras, o sistema tem como saída uma listagem de ferramentas de apoio aderentes ao perfil da MPE.

3.2 Regras

Como apresentado na seção 2.4, um sistema especialista é baseado em regras. Foram definidas 9 regras (Apêndice A) para suportar a indicação correta das ferramentas de apoio. Sem regras bem definidas, todo o processo perde a essência e passa a ser subjetivo.

As regras foram projetadas baseadas somente no perfil da MPE. Na seção 2.1, foram apresentadas as perspectivas que definem o perfil de uma empresa. Essas perspectivas norteiam a execução das regras e a indicação das ferramentas.

```

E:\IFMG\Dropbox\Mestrado\Dissertação\SourceClips\ProjetoClips\ProjDenisV3.CLP

(defrule comp_2
  ?f1 <- (parar nao)
  (competencia 2)
  (ferramenta (nome ?nome) (valor-escala media))
=>
  (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Competência pessoal moderada.")
  (printout t " Ferramenta com operacionalidade média: " ?nome crlf)
  (retract ?f1)
);fim regra

(defrule comp_1
  ?f1 <- (parar nao)
  (competencia 1)
  (ferramenta (nome ?nome) (valor-escala baixa))
  ?f2 <- (baixa nao)
=>
  (retract ?f2)
  (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Competência pessoal alta.")
  (printout t " Ferramenta com operacionalidade baixa: " ?nome crlf)
  (retract ?f1)
);fim regra

```

Figura 5. Regras do protótipo do sistema de recomendação

A figura 5 apresenta dois exemplos de regras. A regra comp_2 é responsável por indicar ferramentas com operacionalidade média para empresas que possuem a perspectiva competência pessoal com o valor igual a 2. Onde a equipe possui experiência moderada, com capacidade para adequar o trabalho com situações já vividas [Castro et al. 2012]. Já a regra comp_1, é responsável por indicar ferramentas com operacionalidade baixa para empresas que possuem a perspectiva competência pessoal com valor igual a 1, onde a equipe é experiente e possui capacidade de trabalhar com situações nunca vividas [Castro et al. 2012].

3.3 Cobertura

Como definido na seção 1, o foco deste trabalho são as micro e pequenas empresas. Desta forma, inicialmente, foi definido um cenário que fosse aderente à realidade das MPE's.

De acordo com o trabalho de [Satler et al. 2010] e [Castro et al. 2012], o somatório dos valores das perspectivas define inicialmente o seu perfil. Como o escopo deste trabalho são as MPE's, fazendo uma comparação, uma MPE equivale a uma empresa presente no quadrante de complexidade do ambiente baixa e possui somatório de 7 a 10 pontos. Porém, as pequenas empresas apresentam uma complexidade maior que as microempresas, desta forma, a cobertura deste trabalho se estende até o quadrante de complexidade do ambiente médio (Técnico/Gerencial). Logo, em termos de somatório para a cobertura do escopo do trabalho, o somatório pode variar de 7 a 17 pontos.

As perspectivas não são 100% aderentes ao perfil das MPEs. Foi necessário filtrar os perfis das empresas, de modo que sejam 100% aderentes à realidade das MPE's. Como as perspectivas são definidas por valores (seção 2.2), existem situações que fogem do escopo do trabalho, justificando assim o refinamento do escopo de cobertura.

A perspectiva escala pode assumir valores até 3, pois a ISO/IEC 29110 permite equipes com o limite de 25 funcionários e a escala com valor igual a 3 (três), que é equipe grande, pode conter mais de 10 funcionários. A perspectiva dinamismo, pode assumir valores até 3, pois uma MPE deve ser dinâmica. A perspectiva criticidade pode assumir valores até 2, pois uma MPE não tem condições técnicas para desenvolver aplicações de risco à vida humana. A perspectiva cultura pode assumir valores até 2, pois a maturidade das MPE's são moderadas. A perspectiva previsibilidade arquitetural é permitida assumir somente o valor 1, pois ela terá um alto grau de previsibilidade. A perspectiva experiência no domínio pode assumir somente o valor 1, pois normalmente será alta, uma MPE tem uma área de atuação

definida no mercado e por fim, a perspectiva competência pessoal que pode assumir valores até 3, pois uma MPE pode ter em seu quadro de colaboradores, funcionários inexperientes.

3.4 O Sistema

O sistema foi construído na linguagem CLIPS [Nasa 2015] e o processo de desenvolvimento foi apresentado na seção 3.1 deste trabalho.

O diagrama de contexto (Figura 4) deixa claro que o sistema de recomendação precisa de duas entradas de dados: a classificação das ferramentas de apoio e o perfil da MPE. A classificação está presente como fatos do sistema especialista e trata-se do conhecimento adquirido. Já o perfil da MPE é necessário inserir manualmente o seu quadrante e os valores das perspectivas.

O primeiro passo é informar a localização da empresa no quadrante de complexidade de ambiente. Esta resposta é fundamental para validar o escopo da empresa. Como o trabalho é focado nas MPEs, o sistema não permite indicações para empresas presentes no quadrante de complexidade ambiental alto. Desta forma, se o usuário entrar com o quadrante alto, o sistema não executará nenhuma regra.

O segundo passo é informar o perfil da empresa, perspectiva por perspectiva. Após informar as 7 perspectivas o sistema irá executar as suas regras e irá indicar as ferramentas de apoio.

A figura 6 ilustra a execução do sistema para um perfil de empresa presente no quadrante de complexidade ambiental baixo (valor no sistema igual a 3) com o seguinte perfil: Escala: 1; Dinamismo: 2; Criticidade/Flexibilidade: 2; Cultura/Maturidade em processos: 1; Previsibilidade arquitetural: 1; Experiência no domínio: 1 e Competência pessoal: 1.

```

Dialog Window
TRUE
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
Sistema de recomendação de ferramentas de apoio à melhoria de processos

Entre com o quadrante (1:(Média Gerencial)|2:(Média Técnica)|3:(Baixo)|4:(Alto)): 3
Qual o valor da perspectiva ESCALA (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva DINAMISMO (1 a 3): 2
Qual o valor da perspectiva CRITICIDADE/FLEXIBILIDADE (1 a 3): 2
Qual o valor da perspectiva CULTURA/MATURIDADE DO PROCESSO (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva PREVISIBILIDADE ARQUITETURAL (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva EXPERIÊNCIA NO DOMÍNIO (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva COMPETÊNCIA PESSOAL (1 a 3): 1

Os dados inseridos foram:
A MPE está no quadrante (CMG (Média Gerencial)|CMT (Média Técnica)|CB (Baixo)|CA (Alto)): 3
O valor da perspectiva ESCALA (1 a 3): 1
O valor da perspectiva DINAMISMO (1 a 3): 2
O valor da perspectiva CRITICIDADE/FLEXIBILIDADE (1 a 3): 2
O valor da perspectiva CULTURA/MATURIDADE DO PROCESSO (1 a 3): 1
O valor da perspectiva PREVISIBILIDADE ARQUITETURAL (1 a 3): 1
O valor da perspectiva EXPERIÊNCIA NO DOMÍNIO (1 a 3): 1
O valor da perspectiva COMPETÊNCIA PESSOAL (1 a 3): 1
O somatório das perspectivas: 9

Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Competência pessoal alta. Ferramenta com operacionalidade baixa: OSRMT
Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Dinamismo moderada. Ferramenta com: Cadastro de requisitos/Rastreabilidade/Gerência de Mudanças: OpenReq
Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: VP
Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: ArgoUML
Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: OpenReq
Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: GpWeb
Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: RedMine
CLIPS> █

```

Figura 6. Exemplo de recomendação

O terceiro passo é apresentar ao usuário o perfil inserido para análise com a verificação do somatório do quadrante. E, por fim, o quarto passo é realizar a recomendação de ferramentas de acordo com as regras. O sistema não realiza recomendações por prioridade. Ele indica as ferramentas que são aderentes ao perfil, cabendo ao usuário escolher a que mais lhe agrade.

No caso apresentado na figura 6, a empresa recebe como recomendação as seguintes ferramentas de apoio, sendo elas: OSRMT; OpenReq; VP; ArgoUML; GPWeb; e RedMine. As ferramentas OSRMT e OpenReq são ferramentas de apoio à gerência de requisitos, as ferramentas VP (Visual Paradigm) e ArgoUML são ferramentas de apoio à modelagem UML e as ferramentas GPWeb e RedMine são ferramentas de apoio à gerência de projetos. Nesta recomendação existe uma peculiaridade. A empresa possui perfil para admitir mudanças de requisitos, desta forma, o sistema indica novamente uma ferramenta já indicada por outra regra, a ferramenta OpenReq.

4 Estudo de caso

Para verificar a aderência do trabalho faz-se necessário a aplicação num estudo de caso. O Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) é uma instituição multicampi, presente em várias regiões de Minas Gerais. O campus São João Evangelista possui o curso superior em Sistemas de Informação ha mais de 5 anos e conta com uma boa estrutura (Laboratórios, empresa

júnior, biblioteca, etc). A empresa selecionada é a empresa júnior de Sistemas de Informação, a OneBit.

4.1 Caso de aplicação

A OneBit atua com desenvolvimento de sites e organização de eventos acadêmicos. É uma empresa nova e conta com 5 participantes, divididos entre os papéis gerenciais e técnicos. A tabela 3 apresenta os valores referentes ao perfil da empresa.

Tabela 3. Valores do perfil da OneBit

Perspectiva	Valor
Escala	1
Dinamismo	1
Criticidade/Flexibilidade	1
Cultura/Maturidade do processo	3
Previsibilidade arquitetural	1
Experiência no domínio	1
Competência pessoal	2
Total	10

A OneBit trabalha com projetos de tamanho funcional inferior a 200 pontos de função, logo a Escala tem valor 1. Os projetos são pouco dinâmicos, logo o valor do Dinamismo é 1. Os projetos têm baixa criticidade, logo o valor da Criticidade/Flexibilidade é 1. A empresa apresenta baixa maturidade, logo o valor da Cultura/Maturidade em processos é 3. Os projetos possuem alta previsibilidade, logo o valor da Previsibilidade arquitetural é 1. A equipe possui experiência baixa no domínio de desenvolvimento, logo o valor da Experiência no domínio é 1. A equipe possui competência pessoal moderada, logo o Competência pessoal é 2.

```

Dialog Window
CLIPS> (run)
Sistema de recomendação de ferramentas de apoio à melhoria de processos

Entre com o quadrante (1:(Média Gerencial)|2:(Média Técnica)|3:(Baixo)|4:(Alto)): 3
Qual o valor da perspectiva ESCALA (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva DINAMISMO (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva CRITICIDADE/FLEXIBILIDADE (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva CULTURA/MATURIDADE DO PROCESSO (1 a 3): 3
Qual o valor da perspectiva PREVISIBILIDADE ARQUITETURAL (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva EXPERIÊNCIA NO DOMÍNIO (1 a 3): 1
Qual o valor da perspectiva COMPETÊNCIA PESSOAL (1 a 3): 2

Os dados inseridos foram:
A MPE está no quadrante (CMG (Média Gerencial)|CMT (Média Técnica)|CB (Baixo)|CA (Alto)): 3
O valor da perspectiva ESCALA (1 a 3): 1
O valor da perspectiva DINAMISMO (1 a 3): 1
O valor da perspectiva CRITICIDADE/FLEXIBILIDADE (1 a 3): 1
O valor da perspectiva CULTURA/MATURIDADE DO PROCESSO (1 a 3): 3
O valor da perspectiva PREVISIBILIDADE ARQUITETURAL (1 a 3): 1
O valor da perspectiva EXPERIÊNCIA NO DOMÍNIO (1 a 3): 1
O valor da perspectiva COMPETÊNCIA PESSOAL (1 a 3): 2
O somatório das perspectivas: 10

Recomendação para MPES que apresentam perspectiva Competência pessoal moderada. Ferramenta com operacionalidade média: Dia
Recomendação para MPES que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: VP
Recomendação para MPES que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: ArgoUML
Recomendação para MPES que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: OpenReq
Recomendação para MPES que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: GpWeb
Recomendação para MPES que apresentam perspectiva Escala pequena ou média. Ferramenta com operacionalidade alta: RedMine
CLIPS> █

```

Figura 7. Recomendação para a OnBit

A figura 7 ilustra a execução do sistema de recomendação e a empresa Onebit recebe como recomendação, seguintes ferramentas de apoio, sendo elas: Dia; VP; ArgoUML; OpenReq; GPWeb e RedMine. As ferramentas Dia, VP (Visual Paradigm e ArgoUML são ferramentas de apoio à modelagem UML, a ferramenta OpenReq é ferramenta de apoio à gestão de requisitos e as ferramentas GPWeb e RedMine são ferramentas de apoio à gestão de projetos).

5 Conclusão

Recomendar ferramentas é uma tarefa subjetiva. Para tornar o processo dinâmico, foi criado um protótipo de sistema de recomendação de ferramentas de apoio. Tem como objetivo recomendar ferramentas de forma sistêmica. Usa como premissas, a classificação das ferramentas e o perfil da empresa que deseja a recomendação.

O processo de recomendação tem como ponto importante a correta análise do perfil da empresa, se houver algum problema nesta etapa, a recomendação sairá incorreta. E a recomendação realizada pelo protótipo está alinhada com os processos de qualidade da norma ISO/IEC 29110 (Gestão de projetos e Implementação de software). Desta forma, as ferramentas possuem características aderentes à norma de qualidade.

Este trabalho tem o potencial de apoiar diversas MPE's brasileiras, pois é necessário dinamizar o trabalho e conquistar mais mercado. O uso de ferramentas adequadas possibilita

aumento na produtividade, lucratividade e controle no desenvolvimento do projeto. Logo, uma ferramenta que recomenda ferramentas e evite que a MPE adquira uma ferramenta não aderente faz-se necessário no contexto exposto.

Como trabalho futuro, a implementação deste sistema numa interface mais amigável ao usuário seria interessante. Popularizando a ferramenta e apoiando as MPEs brasileiras.

6 Referências

- Boehm, B. and Turner, R. (2003). Balancing agility and discipline: A guide for the perplexed. Addison-Wesley Professional.
- Carvalho, D. R. and Braga, J. L. (2015). Avaliação de ferramentas de apoio a melhoria de processos de software em micro e pequenas empresas. 44 JAIIO - 16 Simposio Argentino de Ingenieria de Software, p. 191-204.
- Complementar, L. (2013). Lei complementar n. 123, de 14 de dezembro de 2006. Presidência da República.
- Moreira de Castro, R., Braga, J. L., Soares, L. S., and de Paiva Oliveira, A. (2012). Selection of software development good practices in micro and small enterprises: an approach using knowledge-based systems. In Chilean Computer Science Society (SCCC), 2012 31st International Conference of the, pages 12–20. IEEE.
- Nasa (2015). Clips: A tool for building expert systems. Disponível em: <http://clipsrules.sourceforge.net/index.html>. Acessado em: 12/08/2015.
- Pereira, R. and Sousa, P. (2009). Fatores de mortalidade de micro e pequenas empresas: um estudo sobre o setor de serviços. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 6.
- Pressman, R. S. (2011). Engenharia de software. McGraw Hill Brasil.
- Queiroz, D. (2015). Desenvolvendo sistemas especialistas usando o clips. Disponível em: ftp://www.ufv.br/Dea/Disciplinas/Daniel/Eng634/Curso_SE.htm. Acessado em: 10/08/2015.
- Satler, B. T. et al. (2010). Seleção de melhores práticas de engenharia de software com base em parâmetros extraídos do ambiente do problema.
- Walker, R. (1998). Software project management: a unified framework.

3 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A busca da qualidade nos produtos de software é uma tarefa árdua. O uso de ferramentas de apoio à melhoria de software apoiam os processos de desenvolvimento e conseqüentemente qualidade do software. O presente trabalho teve como objetivo geral produzir uma classificação de ferramentas de apoio, adequadas à adoção de MPE's desenvolvedoras de software. Foi possível obter uma classificação adequada de ferramentas, pois de acordo com os requisitos de entrada foi possível classificar de forma simples e sistêmica as ferramentas candidatas.

O trabalho trouxe grandes desafios. A classificação de ferramentas antes subjetiva, passou a ter bases técnicas e objetivas, baseada em normas internacionais (ISO, 2003) (ISO, 2011) e também na definição do perfil da MPE (Castro & Braga, 2012). A construção do protótipo de sistema de recomendação de ferramentas de apoio, apresentado na seção 2.2, foi o maior desafio. Foi preciso realizar uma revisão teórica acerca dos conceitos de inteligência artificial, mais especificamente sobre sistemas especialistas, utilizados como base para o sistema de recomendação.

Algumas decisões importantes foram tomadas: i) o uso da ISO/IEC 29110 como norma de qualidade, preterindo normas consagradas como o ISO15504 e ISO12207, visto que a ISO/IEC 29110 é mais aderente à realidade das MPE's, que são o escopo do presente trabalho (Carvalho & Braga, 2015); ii) a implementação do protótipo na linguagem Clips. Mesmo com as dificuldades encontradas, foi possível verificar que apesar da fraca interface com o usuário e estrutura de programação limitada, possui uma curva de aprendizado rápida permitindo obter protótipos facilmente alteráveis em curto espaço de tempo.

A classificação apresentada na seção 2.1 é limitada para fins da pesquisa, podendo ser ampliada para uma aplicação real. Porém, apesar da limitação, as classificações e posteriormente as recomendações são aderentes ao perfil da MPE. Logo, ampliando as ferramentas candidatas e também os requisitos funcionais desejados, será possível aplicar essa classificação em empresas de maior porte, fora do escopo das MPE.

O protótipo realizou a recomendação de acordo com o perfil da MPE. Foram 72 testes de perfis de MPE's (Apêndice B) com recomendações em sua maioria por ferramentas com alta operacionalidade. Isso indica que as MPE's precisam de ferramentas simples, que possuam alto grau de operacionalidade, ou seja, ferramentas que não as façam perder tempo e que permitam uma aprendizagem mais rápida.

Como trabalhos futuros, sugere-se implementar o protótipo em uma linguagem de alto nível para aumentar a usabilidade, disponibilizando-o como sistema web. Assim, popularizando a aplicação e possibilitando o acesso às MPE's interessadas em adotar ferramentas aderentes a seu perfil. Também a expansão da base de conhecimento utilizada pode e deve ser feita, pois a base atual é limitada e aderente aos objetivos deste trabalho acadêmico.

BIBLIOGRAFIA

- ABNT. (2012). *Guia de implementação: Desenvolvimento de softwares para pequenas organizações*. Acesso em 02 de Agosto de 2014, disponível em <http://portalmppe.abnt.org.br/bibliotecae arquivos>
- Carvalho, D. R., & Braga, J. L. (2015). Avaliação de ferramentas de apoio a melhoria de processos de software em micro e pequenas empresas. *44º JAIIO - 16º ASSE Simposio Argentino de Ingeniería de Software* (pp. 191-204). Rosário/Ar: JAIIO.
- Castro, R. M., & Braga, J. L. (2012). *Seleção de boas práticas de desenvolvimento de software em micro e pequenas empresas: uma abordagem utilizando sistemas baseados em conhecimento*. Viçosa.
- ISO. (2003). *ISO/IEC 9126-1. Engenharia de software: Qualidade de produto. Parte- 1*.
- ISO. (2011). *ISO/IEC 29110-5: Software engineering - Lyfecycle profiles for VSE's - Part 5-1-2: Management and engineering guide: Generic pro*.
- Mattiolo, R., & Ramos, D. B. (2013). O fluxo de caixa como planejamento financeiro em uma microempresa. *Seminário de Iniciação Científica de Ciências Contábeis, V4*.
- Nasa. (2015). *Clips: A tool for building expert systems*. Acesso em 12 de 08 de 2015, disponível em <http://clipsrules.sourceforge.net/index.html>
- Satler, B., & Braga, J. L. (2010). *Seleção de Melhores Práticas de Engenharia de Software com Base em Parâmetros Extraídos do Ambiente do Problema*. Viçosa: UFV/DPI.
- SEI. (2010). *CMMI-DEV for development*. Acesso em 20 de 10 de 2013, disponível em <https://www.sei.cmu.edu/cmml/>
- Softex. (19 de 11 de 2013). *Guia Geral MPS Software*. Fonte: Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro: http://www.softex.br/wpcontent/uploads/2013/07/MPS.BR_Guia_Geral_Software_20121.pdf

APÊNDICE A

Regras de recomendação

Nesta seção são apresentadas as regras de recomendação que compõem o protótipo do sistema de recomendação de ferramentas de apoio a melhoria de processos de software.

A tabela 1 apresenta as regras, sua definição lógica e os parâmetros de recomendação adotados para atingir os objetivos do trabalho.

Tabela 1 Listagem das regras de recomendação

Regras	Definição
<pre>(defrule dina_2 (dinamismo 2) (gre (nome ?nome) (regra2 sim) (valor-escala alta)) => (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Dinamismo moderada.") (printout t " Ferramenta com: Cadastro de requisitos/Rastreabilidade/Gerência de Mudanças: " ?nome crlf));fim regra</pre>	<p>A dina_2 é responsável por analisar se a perspectiva Dinamismo possui valor 2 (moderado). Se ela possuir, ela indicará, ferramenta de gestão de requisitos que tenham como funcionalidade o cadastro, rastreabilidade de requisitos e gerência de mudança.</p>
<pre>(defrule esca_1 (escala 1 2) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala alta)) => (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Escala pequena ou média.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade alta: " ?nome crlf));fim regra</pre>	<p>A esca_1 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade alta para empresas com a perspectiva Escala com tamanho baixo ou médio de projetos ou profissionais.</p>

<pre>(defrule comp_3 ?f1 <- (parar nao) (competencia 3) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala alta)) => (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Competência pessoal baixa.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade alta: " ?nome crlf) (retract ?f1));fim regra</pre>	<p>A comp_3 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade alta para empresas com a perspectiva Competência pessoal baixa.</p>
<pre>(defrule comp_2 ?f1 <- (parar nao) (competencia 2) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala media)) => (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Competência pessoal moderada.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade média: " ?nome crlf) (retract ?f1));fim regra</pre>	<p>A comp_2 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade média para empresas com a perspectiva Competência pessoal moderada.</p>
<pre>(defrule comp_1 ?f1 <- (parar nao) (competencia 1) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala baixa)) ?f2 <- (baixa nao) =></pre>	<p>A comp_1 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade baixa para empresas com a perspectiva Competência pessoal alta.</p>

<pre>(retract ?f2) (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Competência pessoal alta.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade baixa: " ?nome crlf) (retract ?f1));fim regra</pre>	
<pre>(defrule prevdin_21 ?f1 <- (parar nao) (previsibilidade 2 3) (dinamismo 1) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala alta)) => (retract ?f1) (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Previsibilidade arquitetural baixa ou moderada.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade alta: " ?nome crlf));fim regra</pre>	<p>A prevdin_21 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade alta para empresas com a perspectiva Previsibilidade arquitetural baixa ou moderada.</p>
<pre>(defrule cult_1 ?f1 <- (parar nao) (cultura 1 2) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala media)) => (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Cultura/Maturidade em processos madura ou moderada.") (printout t " Ferramenta com</pre>	<p>A cult_1 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade média para empresas com a perspectiva Cultura/Maturidade em processos madura ou moderada.</p>

<pre>operacionalidade media: " ?nome crlf) (retract ?f1));fim regra</pre>	
<pre>(defrule cult_3 ?f1 <- (parar nao) (cultura 3) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala alta)) => (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Cultura/Maturidade em processos baixa.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade alta: " ?nome crlf) (retract ?f1));fim regra</pre>	<p>A cult_3 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade alta para empresas com a perspectiva Cultura/Maturidade em processos baixa.</p>
<pre>(defrule crit_1 (criticidade 1 2) (ferramenta (nome ?nome) (valor- escala baixa)) ?f1 <- (parar nao) => (retract ?f1) (printout t crlf "Recomendação para MPEs que apresentam perspectiva Criticidade/Flexibilidade moderada ou alta.") (printout t " Ferramenta com operacionalidade baixa: " ?nome crlf));fim regra</pre>	<p>A crit_1 é responsável por indicar ferramentas de operacionalidade baixa para empresas com a perspectiva Criticidade/Flexibilidade alta ou moderada.</p>

APÊNDICE B

Escopo do presente trabalho

Nesta seção é apresentado o conjunto de perfis que compõem o escopo deste trabalho. Estes perfis são oriundos do sistema desenvolvido por (Castro & Braga, 2012).

A Tabela 2 apresenta os 72 perfis que formam o escopo deste trabalho. A forma de leitura do perfil abaixo segue o seguinte padrão:

<Número de identificação> Perfil: 1 Perfil:
 <Valor perspectiva Escala> 1
 < Valor perspectiva Dinamismo> 1
 < Valor perspectiva Criticidade/Flexibilidade> 1
 < Valor perspectiva Cultura/Maturidade em processos> . 1
 < Valor perspectiva Previsibilidade arquitetural> 1
 < Valor perspectiva Experiência no domínio> 1
 < Valor perspectiva Competência pessoal> 1
 :Total: <Somatório das perspectivas> :Total: 7

Tabela 2 Listagem dos perfis do trabalho

1 Perfil: 1111111: Total: 7	37 Perfil: 2111111: Total: 8
2 Perfil: 1111112: Total: 8	38 Perfil: 2111112: Total: 9
3 Perfil: 1111113: Total: 9	39 Perfil: 2111113: Total: 10
4 Perfil: 1112111: Total: 8	40 Perfil: 2112111: Total: 9
5 Perfil: 1112112: Total: 9	41 Perfil: 2112112: Total: 10
6 Perfil: 1112113: Total: 10	42 Perfil: 2112113: Total: 11
7 Perfil: 1121111: Total: 8	43 Perfil: 2121111: Total: 9
8 Perfil: 1121112: Total: 9	44 Perfil: 2121112: Total: 10
9 Perfil: 1121113: Total: 10	45 Perfil: 2121113: Total: 11
10 Perfil: 1122111: Total: 9	46 Perfil: 2122111: Total: 10
11 Perfil: 1122112: Total: 10	47 Perfil: 2122112: Total: 11
12 Perfil: 1122113: Total: 11	48 Perfil: 2122113: Total: 12
13 Perfil: 1211111: Total: 8	49 Perfil: 2211111: Total: 9

14 Perfil: 1211112: Total: 9	50 Perfil: 2211112: Total: 10
15 Perfil: 1211113: Total: 10	51 Perfil: 2211113: Total: 11
16 Perfil: 1212111: Total: 9	52 Perfil: 2212111: Total: 10
17 Perfil: 1212112: Total: 10	53 Perfil: 2212112: Total: 11
18 Perfil: 1212113: Total: 11	54 Perfil: 2212113: Total: 12
19 Perfil: 1221111: Total: 9	55 Perfil: 2221111: Total: 10
20 Perfil: 1221112: Total: 10	56 Perfil: 2221112: Total: 11
21 Perfil: 1221113: Total: 11	57 Perfil: 2221113: Total: 12
22 Perfil: 1222111: Total: 10	58 Perfil: 2222111: Total: 11
23 Perfil: 1222112: Total: 11	59 Perfil: 2222112: Total: 12
24 Perfil: 1222113: Total: 12	60 Perfil: 2222113: Total: 13
25 Perfil: 1311111: Total: 9	61 Perfil: 2311111: Total: 10
26 Perfil: 1311112: Total: 10	62 Perfil: 2311112: Total: 11
27 Perfil: 1311113: Total: 11	63 Perfil: 2311113: Total: 12
28 Perfil: 1312111: Total: 10	64 Perfil: 2312111: Total: 11
29 Perfil: 1312112: Total: 11	65 Perfil: 2312112: Total: 12
30 Perfil: 1312113: Total: 12	66 Perfil: 2312113: Total: 13
31 Perfil: 1321111: Total: 10	67 Perfil: 2321111: Total: 11
32 Perfil: 1321112: Total: 11	68 Perfil: 2321112: Total: 12
33 Perfil: 1321113: Total: 12	69 Perfil: 2321113: Total: 13
34 Perfil: 1322111: Total: 11	70 Perfil: 2322111: Total: 12
35 Perfil: 1322112: Total: 12	71 Perfil: 2322112: Total: 13
36 Perfil: 1322113: Total: 13	72 Perfil: 2322113: Total: 14

APÊNDICE C

Tabelas de classificação

Nesta seção são apresentadas as tabelas de classificação das ferramentas de apoio. A descrição completa das tabelas está na seção 2.1.

A tabela 3 apresenta a classificação do grupo GPR que é relacionado às ferramentas de gestão de projetos.

Tabela 3 Classificação das ferramentas do grupo GPR

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	OpenProject	Escala	RedMine	Escala	GPWeb	Escala	dotProject	Escala	
GPR	Funcionalidade	Definir cronograma	Essencial	S	3	S	3	S	3	S	2	
		Definir WBS	Essencial	P	2	P	3	S	3	P	2	
		Estimar escopo, esforço, custo e tamanho	Essencial	S	3	S	3	S	3	S	3	
		Integração com outras ferramentas GRE	Importante	P	2	S	3	P	2	P	2	
		Aderente a metodologia ágil	Essencial	N	-	S	1	N	-	N	-	
	Portabilidade	Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
		Suporta de idioma: Português	Essencial	N	-	S	-	S	-	S	-	
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Importante	N	-	N	-	N	-	N	-	
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejável	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
		Controle e validação de usuário	Essencial	S	-	S	-	S	-	S	-	
	Manutenibilidade	Personalização da ferramenta	Importante	P	-	P	-	P	-	P	-	
		Suporte a instalação de extensões	Desejável	P	-	S	-	P	-	P	-	
	S = Satisfaz P = Sat. parcialmente N = Não satisfaz 1 = Baixa 2 Média 3 = Alta				Total	62	Média	81	Alta	73	Alta	68

A tabela 4 apresenta a classificação do grupo GRE que é relacionado às ferramentas de gestão de requisitos.

Tabela 4 Classificação das ferramentas do grupo GRE

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	OpenReq	Escala	Sigerar	Escala	OSRMT	Escala	
GRE	Funcionalidade	Cadastro de requisitos	Essencial	S	3	S	3	S	3	
		Rastreabilidade de requisitos	Essencial	S	3	S	2	S	2	
		Registro de aprovação de requisitos	Essencial	N	-	S	1	N	-	
		Cadastro de múltiplos projetos	Essencial	S	3	S	2	S	3	
		Mudança de requisitos	Essencial	S	3	S	2	S	2	
	Portabilidade	Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-	
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-	
		Suporta de idioma: Português	Essencial	N	-	S	-	N	-	
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Importante	P	-	P	-	P	-	
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejável	S	-	S	-	S	-	
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-	
		Controle e validação de usuário	Essencial	S	-	S	-	S	-	
	Manutenibilidade	Personalização da ferramenta	Importante	P	-	P	-	P	-	
		Suporte a instalação de extensões	Desejável	S	-	P	-	P	-	
	S = Satisfaz P = Sat. parcialmente N = Não satisfaz 1 = Baixa 2 Média 3 = Alta				Total	64	Alta	71	Média	63

Já a tabela 5, apresenta a classificação do grupo UML que é relacionado às ferramentas de modelagem UML.

Tabela 5 Classificação das ferramentas do grupo UML

Grupo	Atributo/Característica ISO/IEC 9126	Requisitos	Importância (Geral)	ArgoUML	Escala	Dia	Escala	VP	Escala
UML	Funcionalidade	Geração de código	Importante	S	3	N	-	S	3
		Exportação dos diagramas em imagem	Essencial	S	3	S	2	S	3
		Modelagem visual através de UML	Essencial	S	3	S	2	S	3
	Portabilidade	Portabilidade	Importante	S	-	S	-	S	-
	Usabilidade	Menu de ajuda	Essencial	S	-	S	-	S	-
		Suporta de idioma: Português	Essencial	S	-	N	-	S	-
		Acessibilidade (Mapa, aumento de fonte)	Desejavel	N	-	N	-	N	-
	Eficiência	Boa resposta às tarefas	Desejavel	S	-	S	-	S	-
	Confiabilidade	Mensagens de erros intuitivas	Essencial	S	-	S	-	S	-
		Controle e validação de usuário	Desejavel	N	-	N	-	N	-
	Manutenabilidade	Personalização da ferramenta	Importante	N	-	P	-	N	-
		Suporte a instalação de extensões	Desejavel	S	-	S	-	S	-
S = Satisfaz P = Sat. parcialmente N = Não satisfaz 1 = Baixa 2 Média 3 = Alta			Total	51	Alta	38	Média	51	Alta