

Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação – Uma Infra-estrutura Computacional para a Definição, Execução e Melhoria de Processos de Software em Corporações

Gleison Santos, Ana Regina Rocha, Guilherme Horta Travassos

COPPE/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Sistemas e Computação
Av. Horácio Macedo, 2030, Prédio do Centro de Tecnologia, Bloco H, Sala 319
Caixa Postal 68511 – CEP 21941-914 – Rio de Janeiro, RJ

gleison, darocha, ght@cos.ufrj.br

***Abstract.** The definition of software processes based on national or international reference models is important, but not sufficient to guarantee the quality of software products and processes. In order to increase the efficacy and efficiency of those processes and to increase the quality of software products, it is fundamental to guarantee the adequate execution of software processes. This work presents an approach to guarantee software processes quality with the support of Knowledge Management in the TABA Workstation, an enterprise-oriented software development environment.*

***Resumo.** Corporações compostas por organizações que desenvolvem software de forma independente e com certo grau de independência precisam gerenciar a diversidade de processos existentes dentro do âmbito corporativo. Como forma de aumentar a competitividade e controle sobre o desenvolvimento de software, as corporações também devem possuir mecanismos que possibilitem às organizações alcançarem maiores níveis de maturidade. Este artigo apresenta uma abordagem para definição e criação de Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporações que visam atender a estes objetivos.*

1. Introdução

Uma característica cada vez mais comum no cenário de desenvolvimento de software é a existência de corporações com organizações subordinadas que desenvolvem software de forma independente entre si. Estas organizações muitas vezes possuem diferentes necessidades e realidades em relação ao desenvolvimento de software, por exemplo, nichos de mercado com características diferentes ou diferentes níveis de maturidade. Por exemplo, corporações cujas organizações apenas realizam manutenção de sistemas embarcados e outras que desenvolvem sistemas de informação para automatização de atividades de apoio e outras que desenvolvem software para terceiros; corporações em que uma das organizações têm o desenvolvimento de software aderente a um nível de maturidade do MPS.BR [SOFTEX 2007] ou do CMMI [Chrissis *et al.* 2006] e as demais desenvolvem software de forma *ad hoc*; ou ainda, corporações cujas organizações mesmo estando aderentes a algum modelo de maturi-

dade tenham seus processos institucionalizados em níveis distintos de maturidade e capacidade. Outro fator que tem aumentado a complexidade do desenvolvimento de software ao longo do tempo é o número de processos que são executados para a conclusão de um projeto de software. Organizações desenvolvedoras de software têm necessidade de executar diversos processos integrados ao processo de desenvolvimento para a execução de um projeto de software (por exemplo, processos de apoio como Garantia de Qualidade) e, também, processos executados de forma independente dos processos de desenvolvimento em si, mas também relacionados à produção de software ou gerência e estruturação do desenvolvimento (por exemplo, processos como Aquisição e Gerência de Projetos de Melhoria e Gerência de Portfólio de Projetos).

A definição e construção dos Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Organização [Villela 2004] supriu a necessidade de se apoiar a utilização do conhecimento organizacional, e não só o conhecimento de domínio provido por especialistas (conforme identificado por OLIVEIRA [1999]), durante o desenvolvimento de software e, também, a necessidade de se apoiar o desenvolvimento de software em uma organização em particular. Entretanto, esta abordagem tem limitações ao: (i) apoiar apenas a definição e execução de processos de desenvolvimento ou manutenção de software enquanto vários outros processos precisam ser definidos e executados no contexto geral de produção de software em uma organização; e (ii) considerar apenas a existência de organizações independentes enquanto há corporações que precisam gerenciar os processos de software nas suas organizações subordinadas;

Os Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação visam suprir estas limitações e podem ser considerados uma evolução dos Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Organização em dois sentidos: (i) Evolução de Ambientes de *Desenvolvimento* de Software para Ambientes de *Engenharia* de Software, o que significa estender a definição dos ambientes para outros processos além do de desenvolvimento e de manutenção, apoiando a execução e a gerência dos demais processos de Engenharia de Software; e (ii) Evolução de Ambientes Orientados a *Organização* para Ambientes Orientados a *Corporação*, o que significa permitir a configuração de ambientes para corporações e, a partir desses, para as organizações que as compõem.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é descrever os *Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação* (AESCorp), que fornecem o apoio computacional que possibilita a uma corporação, em relação aos processos de software, gerenciar a diversidade e os estágios de maturidade de cada uma das organizações que a compõem de forma adequada às suas necessidades. Além disso, esse apoio computacional permite às corporações e organizações serem capazes de gerenciar e controlar os diversos processos de software de que dispõem e/ou necessitem, bem como o conhecimento organizacional envolvido. A próxima seção apresenta uma revisão da literatura sobre ambientes de desenvolvimento de software e apoio para definição, execução e melhoria de processos de software. A seção 3 apresenta as características dos AESCorp. A seção 4 apresenta a definição e criação dos AESCorp no contexto da Estação Taba enquanto a seção 5 descreve modificações realizadas na Estação Taba para que isso fosse possível. Por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais e perspectivas futuras.

2. Apoio Computacional para Definição, Execução e Melhoria de Processos de Software

De acordo com a importância de as iniciativas de melhoria de processos para as organizações serem competitivas e, também, nas dificuldades que as organizações têm em implementar tais iniciativas devido ao custo e tempo necessários, é preciso realizar programas de melhoria mais acessíveis para a maior parte das organizações independentemente das características de cada organização [Amescua *et al.* 2006]. Uma forma de reduzir os custos associados com uma iniciativa de melhoria de processos de software é adotar ferramentas adequadas para automatizar certas tarefas e, assim, reduzir o esforço necessário para realizá-las. Apesar do grande número de publicações relatando ferramentas CASE e ambientes de desenvolvimento de software, não são muitos os relatos sobre a utilização de tal apoio ferramental em contextos de iniciativas de melhoria de processos de software ou que situam tal apoio ferramental como adequado a tais contextos. Entretanto, é comum em relatos sobre fatores de sucesso e dificuldades relacionadas à execução de iniciativas de melhoria de processos (por exemplo, [Niazi *et al.* 2005] [Santos *et al.* 2007]) a identificação da necessidade de uma infra-estrutura adequada como um importante fator de sucesso. A maior parte das organizações com baixos níveis de maturidade no desenvolvimento não possuem uma infra-estrutura adequada para iniciar a iniciativa de melhoria de processos de software [Santos *et al.* 2007]. O escopo do apoio ferramental para auxiliar na execução de iniciativas de melhoria de processos em organizações encontrados na literatura é variado. Os relatos mencionam desde a utilização de ferramentas no contexto de um processo específico, divulgação dos processos, adoção de modelos de maturidade etc. Os requisitos de modelos de maturidade e capacidade, por seu aspecto abrangente e o pressuposto de haver diferentes tipos de processos distribuídos em diferentes níveis, apresentam uma maior complexidade em relação ao apoio ferramental por gerar a necessidade de automatização de um grande número de tarefas especializadas. Dessa forma, uma abordagem comum em organizações com estes requisitos é a adoção de ambientes (ou, pelo menos, um conjunto de ferramentas integradas que se comportam, de fato, como um ambiente no sentido clássico da acepção) para apoiar as tarefas necessárias.

FMESP [Canfora *et al.* 2006] provê o apoio necessário para a representação e gerência do conhecimento relacionado a processos de software a partir das perspectivas de modelagem e medição, ao integrá-las. O ambiente possui componentes para descrição de ontologias (e é baseado no uso de ontologias de processo e de medição), modelagem de processos e apoio à medição de software. Foi utilizado numa organização espanhola dedicada ao desenvolvimento e manutenção de software que obteve, como resultado, uma certificação ISO 9000. SoftPM [Wang e Li 2005] é um sistema integrado de apoio às atividades de gerentes de projetos, alta gerência, engenheiros, testadores, membros da área de garantia da qualidade e outros membros de áreas de apoio. Ajuda a compartilhar os dados coletados, entender o cronograma, esforço e qualidade do projeto e auxilia a comunicação entre os participantes do projeto. A Plataforma para Gerência da Qualidade é composta por quatro ferramentas (gerência de projetos, biblioteca de ativos de processo, garantia da qualidade e

medição e análise) que podem ser combinadas de forma a aumentar a aderência ao CMM/CMMI. Há duas outras plataformas para engenharia de produtos e de apoio a serviços. Segundo os autores, o ambiente já foi utilizado com sucesso em mais de 100 empresas de software chinesas com uma redução de esforço de cerca de 35% em relação às atividades do grupo de processos, área de qualidade e gerentes de projetos. SPP [Jun *et al.* 2007] é baseado na estrutura do processo definido para a organização e tem o objetivo de apoiar a execução deste processo. Foi utilizado para a implantação de CMMI níveis 2 e 3 em organizações de software chinesas com foco no desenvolvimento de software embutido. ImPProS [Oliveira e Vasconcelos 2006] é um ambiente para melhoria de processos que apóia a adoção do IDEAL. Seu conjunto de funcionalidades inclui definição, simulação, execução, avaliação, melhoria e reuso de processos, análise e tomada de decisão com base nas avaliações dos processos, gerência de conhecimento relativa a processos e conversão da estrutura de processos com base em normas e modelos de qualidade. No entanto, não foram encontrados na literatura relatos da aplicação no ambiente na indústria [ImPProS 2008]. WebAPSEE [Costa *et al.* 2007] fornece apoio automatizado para a gestão de processos de software, sendo projetado para permitir a integração de vários serviços relacionados com uma visão bastante ampla do meta-processo de software. A ferramenta apóia desde a concepção e levantamento de requisitos do processo até a realização da análise *post mortem* dos processos, passando pelo controle da execução dos processos de forma flexibilizada. O WebAPSEE é, hoje, utilizado em projetos [Paxiúba *et al.* 2007], porém não foram encontrados na literatura relatos da aplicação prática na indústria.

A Estação Taba é composta por um conjunto de ambientes e ferramentas que auxiliam os engenheiros de software na definição, execução, avaliação e melhoria dos processos de desenvolvimento e manutenção. Estes ambientes, também, possuem funcionalidades de gerência de conhecimento integradas às atividades dos processos apoiados de forma a preservar o conhecimento organizacional e aumentar a institucionalização destes processos. As ferramentas disponíveis, atualmente, apóiam os níveis G, F, E, D e C do MR-MPS e os níveis equivalentes do CMMI [Montoni *et al.* 2007]. Atualmente, há várias teses de doutorado em andamento que visam a definição de ferramentas (e, possivelmente, alterações em ferramentas existentes) para a adequação aos níveis A e B do MR-MPS e equivalentes do CMMI. Os resultados de uso da Estação Taba incluem o seu papel importante para a obtenção de avaliações CMMI e MPS.BR em diversas empresas brasileiras. Como dados quantitativos, pode-se mencionar a redução do tempo gasto em retrabalho nos projeto de 44% para 7% decorrente de iniciativa de melhoria de processo, realizada com o uso de ferramentas de apoio da Estação Taba em uma destas empresas [Ferreira *et al.* 2006] [Ferreira *et al.* 2007].

3. Características de um Ambiente de Engenharia de Software Orientado a Corporação

3.1 Evolução de Ambientes de Desenvolvimento de Software para Ambientes de Engenharia de Software

A principal questão relacionada à evolução dos Ambientes de *Desenvolvimento* de Software (ADS) para os Ambientes de *Engenharia* de Software (AES) é a existência de uma grande diversidade de processos existentes no contexto de organizações que produzem

software. Cada um destes diferentes tipos de processos de software deve poder ser definido, executado e melhorado. A execução e gerência de tais processos devem ser apoiadas através da utilização de ambientes centrados em processo específicos a cada um destes processos. Um ADS é, dessa forma, apenas um entre os possíveis AES.

Definição de Processos - A definição de um processo de software, ou de um conjunto de processos inter-relacionados, geralmente é feita com base no contexto em que este processo está inserido e, também, no conhecimento já existente sobre processos em geral. Exemplos de conhecimento especializado sobre processos de software incluem modelos de maturidade e capacidade e normas internacionais relacionadas a processos de software, boas práticas e lições aprendidas, conhecimento sobre engenharia de software, conhecimento de especialistas em processos ou no contexto em que o processo será utilizado etc. O contexto em que o processo está inserido inclui o contexto de execução dos processos, aspectos culturais que podem influenciar a utilização dos processos, experiências anteriores relacionadas à execução (*ad hoc* ou não) dos processos, versões anteriores dos processos, necessidades e objetivos definidos para os processos. A estrutura de um processo pode ser bastante dinâmica e os resultados esperados da execução de uma atividade podem depender da execução de outros processos em contextos diferentes ou complementares. Por exemplo, se houvesse neste processo atividades referentes a garantia da qualidade de processo e produto pode-se imaginar a possibilidade de estas atividades comporem, de certa forma, um processo específico para a equipe de garantia da qualidade da organização. Assim, o processo de garantia da qualidade seria formado por atividades presentes em um macro-processo específico para a área de garantia da qualidade e também nas atividades de garantia da qualidade presentes nos processos dos diversos projetos de desenvolvimento de software na organização. O processo de garantia da qualidade teria, então, uma interface de comunicação e consumo e geração de produtos intermediários com vários outros processos.

Dessa forma, para Ambientes de Engenharia de Software é importante que outros processos além dos de desenvolvimento e manutenção possam ser definidos e, caso os processos se relacionem entre si, deve ser possível a identificação desse relacionamento ou dependência entre suas atividades.

Execução de Processos - Uma vez que um processo for definido é importante prover apoio à sua execução. Esta execução é tipicamente feita através de um ambiente específico centrado em processo e composto por um conjunto de ferramentas adequado ao propósito do ambiente e ao apoio necessário para a execução do processo no qual o ambiente é baseado. Estes ambientes devem possuir, também, uma base de dados onde informações sobre a execução do processo e das ferramentas são armazenadas. Além disso, podem acessar elementos externos como outras ferramentas, ambientes e bases de dados para dar apoio à execução do processo.

Os Ambientes de Engenharia de Software podem ser utilizados para apoiar a execução de quaisquer dos processos de software que tenham sido definidos no contexto de uma organização e não apenas os de desenvolvimento e manutenção.

Melhoria de Processos - Uma das principais fontes para a melhoria de processos de software é a análise do comportamento dos processos ao longo de uma ou várias execuções.

Esta análise pode levar em consideração, por exemplo, informações coletadas durante a execução do processo, necessidades do negócio e conhecimento adquirido externamente. Após a melhoria ter sido identificada, uma nova versão melhorada do processo é definida e disponibilizada para uso e a versão anterior é descontinuada.

Ambientes de Engenharia de Software possuem mecanismos que permitem a identificação de melhorias e disponibilização de novas versões dos diferentes processos de software em uso. Além disso, visto que pode ser necessário implantar melhorias em processos ainda em execução, é possível a alteração de processos em execução sem a perda de informações e dados uma vez que uma necessidade de melhoria tenha sido identificada.

Gerência dos Ativos de Processos - A definição, a execução e a melhoria de processos podem se beneficiar da existência e gerência adequada de ativos de processo, ou seja, artefatos que sejam considerados úteis para atender as necessidades de negócio da organização. Processos de software são, obviamente, parte do conjunto de ativos de processos de uma organização. Outros exemplos incluem artefatos, roteiros de documentação, itens de conhecimento (como diretrizes, lições aprendidas, melhores práticas etc.), ferramentas etc. Uma base responsável pela gerência de tais artefatos, geralmente denominada biblioteca de ativos de processos, deve ser capaz de armazenar os documentos considerados relevantes, garantir que eles sejam disponibilizados aos interessados e garantir que suas evoluções sejam controladas através de métodos apropriados de gerência de configuração e de garantia da qualidade.

Nos Ambientes de Engenharia de Software esta biblioteca contém mecanismos para apoiar todos os processos em uso e está integrada às funcionalidades existentes para a definição, execução e melhoria de processos de software.

Gerência de Conhecimento - A gerência de conhecimento é um importante mecanismo de apoio à execução de processos e pode, também, fornecer subsídios à melhoria de processos.

A institucionalização da gerência de conhecimento pode garantir uma maior competitividade da organização e melhor capacitação de seus colaboradores. Através da institucionalização de uma rede de especialistas e de um mecanismo de apoio à troca de informações pode-se garantir que o conhecimento seja prontamente disponibilizado e compartilhado na organização aumentando a eficiência na realização das tarefas.

Em Ambientes de Engenharia de Software o ferramental disponível apóia a execução das atividades presentes nos diversos processos de software existentes. Para isso existe um mecanismo que permite a aquisição de itens de conhecimento ao longo das atividades do processo sendo executado, seu empacotamento, disponibilização e manutenção. Além disso, o acesso ao conhecimento acumulado ao longo do tempo é disponibilizado através de mecanismos e ferramentas específicos, de acordo com a atividade sendo executada. Durante as ações realizadas para a melhoria de processos tais itens de conhecimento estão disponíveis para que se investiguem possíveis pontos de melhoria.

3.1 Evolução de Ambientes Orientados a Organização para Ambientes Orientados a Corporação

A evolução dos Ambientes Orientados a *Organização* para os Ambientes Orientados a *Cor-*

poração está na criação de um ambiente adaptado às necessidades de uma Corporação na gerência de suas atividades relacionadas a software e, também, à gerência de suas organizações que desenvolvem software. O aspecto mais importante a ser gerenciado é a diversidade de estágios de maturidade em desenvolvimento de software em que estas organizações podem estar. O controle das atividades desempenhadas pelas organizações deve permitir à corporação identificar e prover mecanismos necessários para que elas convirjam para possuírem maturidade equivalente na execução de suas atividades relacionadas a software. Para que isto ocorra, devem ser observados aspectos relacionados à definição, execução e melhoria de processos, gerência de ativos de processos, gerência de conhecimento e à infra-estrutura de apoio à execução destas atividades.

Definição de Processos - Deve ser de interesse da Corporação a definição de regras e requisitos mínimos para a definição dos processos a serem utilizados pelas organizações que a compõem. Devido isso, pode haver algum grau de ingerência em relação a um conjunto mínimo de procedimentos ou atividades a serem executadas em cada organização sob determinado contexto. Como a diversidade de processos nas organizações pode ser grande, a corporação pode definir processos, com o nível de detalhe que achar adequado, que possam ser incorporados nos diversos processos definidos nas organizações. Por outro lado a corporação pode ser a responsável por uma definição mais completa dos processos a serem executados em cada organização, limitando a estas apenas adaptações simples para deixá-los mais aderentes à sua cultura organizacional específica. Uma Organização que esteja subordinada a uma Corporação deve respeitar os limites estabelecidos para a definição de seu conjunto de processos-padrão. Além disso, deve garantir que todos os procedimentos e atividades estabelecidos tenham sido adequadamente incorporados a estes processos. Regras para a adaptação dos processos-padrão para uso nos projetos devem ser desenvolvidas pela organização em concordância às regras e limitações impostas pela corporação.

Em Ambientes Orientados a Corporação é possível a definição de processos padrão pela Corporação e sua posterior adaptação por parte das Organizações que as compõem para definir seus próprios processos padrão ou quando for necessário executar tais processos. O escopo e abrangência das adaptações que podem ser realizadas devem ser definidos pela Corporação de acordo com seus objetivos e necessidades.

Execução de Processos - A execução de processos em corporações não acontece apenas no contexto da produção efetiva de software. Processos podem ser definidos para um grande escopo de atividades relacionadas a software, por exemplo, atendendo a necessidades relativas à existência de programas de melhoria de processos, programa de medição ou um escritório de projetos. Estes processos, geralmente gerenciais, também devem poder ser executados e, para tal, necessitam de apoio ferramental adequado.

Dessa forma, os Ambientes Orientados a Corporação utilizam Ambientes de Engenharia de Software de forma a possibilitar a execução de processos de software seja no contexto Corporativo, seja no contexto Organizacional.

Melhoria de Processos - Uma Corporação, devido à maior diversidade de processos e à necessidade de lidar com organizações diferentes, com diferentes versões de processos e com diferentes níveis de maturidade, precisa ter maior controle sobre o ciclo de evolução de seus

ativos de processos e, principalmente, de seus processos-padrão. Uma corporação deve ser capaz de identificar melhorias nos processos com base nas informações coletadas a partir da utilização dos processos nas diversas organizações. Além disso, a corporação deve ser capaz de disponibilizar novas versões de processos (e ativos de processo) às suas organizações, influenciando, dessa forma, iniciativas de melhoria de processos em andamento nas organizações ou forçando, na prática, o início de uma melhoria de processos nas organizações. Apesar de uma Organização subordinada a uma Corporação poder desenvolver suas próprias estratégias para melhoria de processos de software (como uma organização independente o faria) deve sempre respeitar as regras definidas pela corporação. Durante a análise das oportunidades de melhorias pela corporação é importante a coleta de dados e informações gerados a partir da execução dos processos nas organizações, assim como do *feedback* fornecido por aqueles que executaram os processos ou membros das equipes responsáveis por analisar e avaliar as oportunidades de melhoria nas organizações ou do acesso a dados presentes em base de dados externas que sejam consideradas úteis. Dessa forma, é necessário que a corporação possa ter acesso de forma eficiente a estes tipos de dados para auxiliar na melhoria de seus processos. A utilização de um vocabulário comum relacionado a processos de software na corporação também auxiliaria a diminuir o viés causado por falhas na comunicação e entendimento dos conceitos relacionados à execução dos processos e, dessa forma, facilitaria a identificação de melhorias no contexto corporativo.

Os Ambientes Orientados a Corporação possibilitam que a Corporação identifique melhorias nos processos de software a partir de informações relacionadas ao uso dos processos por suas organizações e, também, possibilitam que a Corporação defina melhorias que devem obrigatoriamente ser implantadas nas organizações. Além disso, possuem mecanismos de acesso e integração de dados que permitem à corporação consultar os repositórios de dados das organizações e dos projetos para possibilitar a análise das informações disponibilizadas em cada um destes contextos visando a análise da institucionalização e da melhoria dos processos em uso.

Gerência dos Ativos de Processos - Do mesmo modo que a diversidade de processos no contexto corporativo é maior do que em uma organização isolada, a quantidade de ativos de processo relacionados a estes processos também é maior e estes devem ser gerenciados e controlados. Apesar de os ativos de processo nas organizações que compõem a corporação poderem variar enormemente devido às características e particularidades destas organizações (por exemplo, organizações com níveis de maturidade diferentes ou atuando em nichos de mercado diferentes), o alinhamento às diretrizes corporativas deve ser respeitado. Dessa forma, assim como acontece na definição de processos pelas organizações, a gerência dos ativos de processo nas organizações também pode sofrer influência das regras e necessidades da corporação.

Assim, uma Corporação deve garantir que a criação e a evolução dos ativos de processo por parte de suas organizações sejam realizadas seguindo as diretrizes gerais definidas para tal. Pode, também, prover ativos de processo às organizações sem permitir que estes sejam alterados. De qualquer forma, níveis de mudanças permitidas devem ser estabelecidos de forma a garantir que evoluções de um ativo não o tornem incompatível com os objetivos e necessidades corporativos. Uma Organização subordinada a uma Corporação deve respeitar

as diretrizes definidas pela corporação para a criação e evolução dos seus ativos de processo.

Os Ambientes Orientados a Corporação possuem uma biblioteca de ativos de processos que garanta à corporação a gerência dos seus ativos de processos e, além disso, permita à corporação um maior controle sobre a gerência e evolução do conteúdo das bibliotecas de ativos de processos de suas organizações subordinadas. O uso desta biblioteca deve permitir, também, às corporações analisar os dados obtidos pela organização na utilização de tais ativos de forma a contribuir para a melhoria dos ativos corporativos e, possivelmente, a partir disso, uma melhoria dos ativos em todas as organizações.

Gerência de Conhecimento - Uma Corporação deve possuir mecanismos eficientes para que as suas organizações compartilhem conhecimento entre si e contribuam para a base de conhecimento corporativa. Mecanismos eficientes para a disseminação de conhecimento devem ser instituídos para potencializar o uso e abrangência da base de conhecimento corporativo. Assim, além de construir sua própria base de conhecimento, tipicamente com conteúdo adquirido durante a execução de seus processos, uma Organização subordinada a uma Corporação pode se beneficiar do conhecimento corporativo consolidado na base corporativa ou presente apenas em bases de outras organizações.

Dessa forma, em Ambientes Orientados a Corporação é importante garantir que o conhecimento acumulado pelas organizações durante a execução de seus processos possa ser analisado pela corporação e incorporado à sua base de conhecimento. Também deve ser possível para a corporação disponibilizar novos itens de conhecimento a organizações que possam vir a se beneficiar deles e utilizar estes itens de conhecimento durante a identificação de oportunidades de melhorias nos processos.

4. Definição e Criação de Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação na Estação Taba

A infra-estrutura provida pelos Ambientes de Engenharia de Software possibilita apenas a execução de processos de software específicos. Entretanto, a gerência das atividades relacionadas a software nas corporações envolve mais do que apenas executar processos específicos e, portanto, requer outro tipo de infra-estrutura de apoio. Os Ambientes Orientados a Organização, conforme definidos por VILLELA [2004], por sua vez, apóiam a gerência das atividades de organizações que desenvolvem software. Além disso, possibilitam a geração de ambientes de apoio à execução de processos de desenvolvimento e manutenção. Estes ambientes são adequados a organizações independentes (ou seja, não subordinadas a uma corporação) e estão em uso em várias organizações apoiando a implantação e melhoria de processos de software com MPS.BR. e CMMI. Entretanto, não são adequados a corporações e suas organizações. Dentre suas limitações está a não existência de mecanismos que permitam a uma organização evoluir de forma eficiente seus processos sem a configuração um novo ambiente organizacional com novas versões dos processos. Além disso, por não levarem em consideração a existência da organização num contexto corporativo, não consideram a existência de organizações com diferentes níveis de maturidade no desenvolvimento de software e a necessidade de se prover mecanismos que permitam a evolução destas organizações visando ao ganho de maturidade, possivelmente, para um nível único definido pela corporação.

Para ter-se os Ambientes Orientados a Corporação foi necessário prover uma infraestrutura que permitisse a contemplação de todos os itens identificados anteriormente e também a monitoração das organizações para assegurar que as diretrizes corporativas relativas à definição, execução e melhoria dos processos estejam sendo seguidas. Além disso, esta infraestrutura deve estar adequada à gerência da diversidade de processos de software existente no âmbito de uma corporação e também à gerência dos diferentes níveis de maturidade das organizações que a compõem. Os Ambientes Orientados a Corporação também devem ser capazes de prover o apoio ferramental necessário para a gerência das atividades das organizações e para a execução dos diferentes processos existentes no contexto corporativo e organizacional.

Com base nos cenários de evolução dos Ambientes de *Desenvolvimento* de Software para Ambientes de *Engenharia* de Software e de Ambientes Orientados a *Organização* para Ambientes Orientados a *Corporação* foram definidos os *Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação* cujos objetivos podem ser sumarizados como: (i) apoiar os engenheiros de software na execução de suas atividades; (ii) apoiar a definição, execução e melhoria dos diferentes processos de engenharia de software das organizações segundo suas características específicas e as diretrizes definidas pela corporação; (iii) apoiar a corporação na gerência da diversidade de processos e de níveis de maturidade possuídos pelas organizações; (iv) apoiar a gerência de conhecimento nas corporações, incluindo o aprendizado corporativo em Engenharia de Software a partir do aprendizado adquirido pelas organizações nos projetos de software; e (v) prover uma infra-estrutura que permita a gerência de configuração dos ativos de processo da corporação visando à adoção de abordagens de melhorias de processos.

Assim, podemos definir os Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação como o conjunto, ou família, de ambientes que possibilitam a gerência, execução, monitoração e melhoria de processos de uma corporação e das organizações que compõem esta corporação, além de possibilitar a evolução controlada dos ativos de processos envolvidos nestas iniciativas. O modelo para construção de Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação (AESCorp) foi dividido em definição e geração de ambientes, definição de processos, melhoria de processos, execução de processos, gerência de ativos de processo e gerência de conhecimento.

Definição e Geração de Ambientes - Para compor a infra-estrutura relacionada aos AESCorp foi necessária a definição de quatro tipos diferentes de ambientes, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Ambientes

Ambiente	Descrição
Meta-Ambiente	O Meta-Ambiente é um ambiente capaz de gerar outros ambientes. É utilizado em uma entidade externa à corporação ou às organizações, sendo utilizado por profissionais especializados em engenharia de software, que fazem a manutenção e evolução dos ativos de processos e demais recursos disponíveis neste ambiente. Sua principal função é apoiar a configuração de ambientes para corporações ou organizações específicas e, também, prover as funcionalidades e controlar as características e recursos disponíveis nos demais ambientes. Dessa forma, a principal funcionalidade deste ambiente é configurar os Ambientes Corporativos (no caso de configuração para Corporações) e os Ambientes Organizacionais (no caso de configuração para Organizações Independentes).

Ambiente	Descrição
Ambiente Corporativo	Este ambiente é configurado no Meta-Ambiente a partir do processo-padrão corporativo. Sua função é auxiliar os engenheiros de software na gerência das atividades relacionadas aos processos de software existentes na Corporação. A partir deste ambiente pode ser feita a disponibilização de apoio ferramental e ativos de processo para as Organizações que compõem a Corporação através dos Ambientes Organizacionais.
Ambiente Organizacional	Este ambiente é configurado a partir do Ambiente Corporativo e é utilizado por profissionais de nível gerencial e pelo grupo de processos da organização responsáveis pela construção e disponibilização do apoio (computacional ou relativo a ativos de processo) necessário para controlar todas as atividades realizadas pela Organização relacionadas aos seus processos de software. Para organizações que não estejam subordinadas a uma Corporação, estes ambientes são configurados no Meta-Ambiente.
Ambiente de Projeto	Ambientes de Projeto são ambientes centrados em processo e caracterizam-se pela existência de um processo a ser executado, independentemente do seu tipo ou finalidade, e são gerados com o objetivo de executar e controlar as atividades de um projeto específico. Estes ambientes são utilizados pelo gerente/líder do projeto e demais membros da equipe do projeto, dando apoio às várias atividades dos processos do ciclo de vida de um software através de ferramentas específicas, descrição de procedimentos e <i>templates</i> , dentre outros. Apesar de o senso mais comum relacionado a um Ambiente de Projeto se referir a um Ambiente de Desenvolvimento de Software, a utilização de processos para desenvolvimento (ou manutenção) de software não é a única possibilidade para tais ambientes. Um novo ambiente pode ser gerado, por exemplo, para controlar as atividades relacionadas a Garantia da Qualidade em uma organização. A necessidade de execução de processos não é exclusiva dos Ambientes Organizacionais. Uma Corporação pode, por exemplo, necessitar de apoio para executar um processo para a gerência do seu programa de melhoria a partir do Ambiente Corporativo. A definição de um Ambiente de Projeto está, portanto, subordinada às regras e processos-padrão definidos no ambiente do qual é originado.

A hierarquia dos ambientes começa com o Meta-Ambiente, capaz de gerar os Ambientes Corporativos, isto é, ambientes adequados às necessidades de diferentes corporações. Estes Ambientes Corporativos são gerados a partir do processo-padrão corporativo. De posse de seu Ambiente Corporativo, uma Corporação pode configurar Ambientes Organizacionais para cada uma de suas organizações ou unidades organizacionais. Os Ambientes Organizacionais são instâncias dos Ambientes Corporativos e são configurados customizando-se o processo-padrão corporativo para a organização. Da mesma forma, cada organização pode instanciar Ambientes de Projeto através da adaptação de um dos processos-padrão da organização para a execução em um projeto específico. De posse do seu Ambiente, cada equipe de projeto pode, então, executar o processo definido para o projeto presente neste ambiente.

Definição de Processos nos AESCorp - Um item chave na geração dos diferentes tipos de ambientes é a escolha dos processos a serem disponibilizados em cada um deles. De forma geral, cada ambiente contém um conjunto de processos que é adaptado para definir os processos do ambiente do próximo nível. Esta adaptação segue regras específicas próprias de cada nível de ambiente e das características de cada processo.

A abordagem para definição de processos apresentada, proposta inicialmente por OLIVEIRA [1999] e adaptada por VILLELA [2004], pode ser vista na [Figura 1](#). Segundo a proposta do modelo, que estabelece etapas e produtos intermediários, a norma ISO/IEC 12207 [ISO/IEC-12207 1998] [ISO/IEC-12207:Amd1 2002] [ISO/IEC-12207:Amd2 2004] é a base para a definição de qualquer processo-padrão. Para a definição do processo-padrão, são, ainda, consideradas as características do desenvolvimento de software na organização, que são relacionadas ao ambiente de trabalho, conhecimento e experiência das equipes envolvidas e à própria cultura e experiência da organização no desenvolvimento de software. Também podem ser considerados modelos de maturidade como o

MR-MPS [SOFTEX 2007] e o CMMI [Chrissis *et al.* 2006].

Antes do início da definição do processo-padrão é preciso identificar as características desejadas para ele, por exemplo, que atividades, ou grupo de atividades, são ou não obrigatórias no contexto corporativo ou organizacional, atividades necessárias para aderência a um modelo de maturidade, atividades comuns a um determinado tipo de organização (por exemplo, organizações que fazem pesquisa ou que são fábricas de software). Também devem ser levantados os itens de conhecimento de especialistas, externos ou internos à Organização/Corporação, que podem influenciar na definição dos processos (por exemplo, lições aprendidas e melhores práticas aplicáveis ao contexto corporativo). De posse destas informações, é possível definir um processo padrão mais genérico para a corporação a ser utilizado por todas as organizações, que pode ou não conter os elementos básicos definidos anteriormente. A definição do processo padrão deve levar em consideração também os diferentes processos de ciclo de vida existentes, normas e modelos de maturidade de software e características da corporação/organização. Esta etapa é realizada, inicialmente, no Meta-Ambiente e deve poder ser modificada no Ambiente Corporativo, caso necessário.

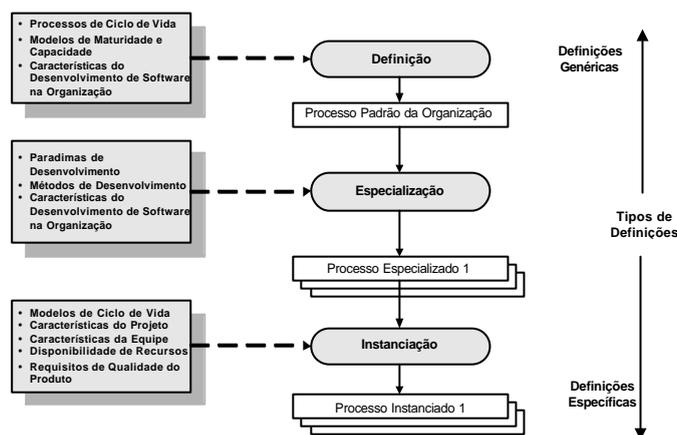


Figura 1 – Abordagem para Definição de Processos [Villela 2004]

A definição dos processos padrões para cada uma das organizações que compõem a corporação deve levar em consideração os diferentes ativos de processos existentes na organização, normas e modelos de maturidade e capacidade, características da organização. Estes processos padrões devem respeitar as características obrigatórias definidas pela Corporação e podem conter outros elementos não contemplados anteriormente e que sejam considerados adequados ao novo contexto. Esta etapa da definição dos processos é realizada, inicialmente, também no Meta-Ambiente e pode ser modificada no Ambiente Corporativo ou no Ambiente Organizacional, caso necessário.

Cada processo padrão pode dar origem a vários processos especializados de acordo com os diferentes paradigmas e métodos de desenvolvimento utilizados comumente pela organização, critérios definidos pela Organização para caracterização de projetos (por exemplo, tamanho de projeto, tipo de cliente, ramo de negócio relacionado ao projeto) e características do desenvolvimento de software na organização, como os tipos de software desenvolvidos na organização (por exemplo: sistemas especialistas, sistemas de informação e sistemas de controle de processos) e dos paradigmas de desenvolvimento adotados (por exemplo: orientado a objetos e estruturado). Neste momento, novas atividades podem ser definidas e incluídas

nos processos especializados e a descrição de atividades já definidas no processo-padrão pode ser adequada. Estes processos especializados, no entanto, devem respeitar as características obrigatórias definidas pela Corporação e pela Organização e podem, também, conter outros elementos não contemplados anteriormente e que sejam considerados adequados ao novo contexto. É importante observar que um processo especializado também se comporta como um processo padrão e pode ser utilizado como tal (por exemplo, como base para uma nova especialização), pois possui apenas um novo refinamento para situações específicas.

Para ser utilizado em um projeto, o processo especializado mais adequado para um determinado tipo de software deve ser instanciado para atender às características do projeto específico e dar origem ao processo definido para o projeto. Cada processo especializado pode dar origem a vários processos instanciados de acordo com os diferentes modelos de ciclo de vida existentes e em uso pelas organizações, características específicas do projeto e da equipe, disponibilidade de recursos e requisitos de qualidade do produto ou do processo. Estes processos instanciados são os processos executados de fato e podem ser gerados tanto nos Ambientes Corporativos (geralmente associados com processos gerenciais no contexto corporativo, como o processo de gerência do programa de melhoria de processos da corporação) quanto nos Ambientes Organizacionais (neste caso, tanto para processos gerenciais, como a execução de um programa de medição, quanto para os relacionados à construção de software, como os processos de desenvolvimento ou manutenção). A definição dos processos instanciados deve, portanto, ser realizada antes do início de um projeto e deve respeitar as características obrigatórias definidas pela Corporação e pela Organização, além de poder conter adaptações pertinentes ao contexto dos projetos. Devem ser considerados neste momento, portanto, o tamanho e a complexidade do produto bem como as características de qualidade desejadas, a expectativa de vida útil, as características da equipe de desenvolvimento e demais características do projeto. Neste momento, também devem ser selecionados o modelo de ciclo de vida, os métodos e ferramentas, além de atividades relacionadas ao conhecimento de domínio específico a ser utilizado nos projetos.

Melhoria de Processos - A etapa de definição não é o final do ciclo de vida de um processo. Após a sua definição o processo deve ser executado e, a partir dos dados coletados sobre essa execução, deve ser melhorado. A estratégia para melhoria de processos deve estar adequada aos objetivos organizacionais e corporativos e ao cenário de melhoria de processos adequado à estrutura de definição de processos em uso. Dessa forma, os AESCorp não apóiam apenas a definição e execução dos processos, mas, também, a contínua melhoria destes processos. Dois cenários de melhoria são tratados: (i) a Corporação identifica uma melhoria num dos processos em uso pelas Organizações e disponibiliza para uso uma nova versão de processo padrão corporativo que deve, então, ser utilizada nos novos projetos pelas Organizações a partir deste momento; e (ii) a Organização decide aplicar uma melhoria em processos ainda em execução em projetos para resolver questões pertinentes mais rapidamente ou reduzir o número de versões diferentes dos processos em execução.

Execução de Processos - A execução dos processos é realizada apenas em Ambientes de Projetos, pois são os únicos de fato centrados em processo. Nos AESCorp, os Ambientes de Projeto possibilitam o acesso a um conjunto de ferramentas, internas e/ou externas, adequadas ao propósito do ambiente e ao apoio necessário para a execução do processo para o

qual o ambiente foi gerado. Os Ambientes de Projeto, também, possuem uma base de dados onde informações sobre a execução do processo e de suas ferramentas são armazenadas. Além disso, podem acessar elementos externos como outras ferramentas, ambientes e bases de dados para dar apoio à execução das atividades previstas. O conjunto de ferramentas e Ambientes de Projeto disponibilizados contemplam as fases de planejamento, apoio à execução e finalização do processo. Além disso, fornecem mecanismos para que ferramentas adequadas à execução de tarefas relacionadas a um processo específico (por exemplo, geração de informações sobre rastreabilidade entre requisitos) sejam definidas, criadas ou acessadas externamente.

Gerência de Ativos de Processo - Uma questão referente a melhoria de processos de software é como garantir um controle adequado sobre as diferentes versões dos processos e como prover algum mecanismo eficiente para garantir a rastreabilidade das mudanças ocorridas nestes processos. A identificação das mudanças ocorridas nos processos, e dos motivos que levaram a estas mudanças pode ser útil, por exemplo, para que a corporação mantenha o controle sobre a evolução dos processos e também para identificar novas oportunidades de melhoria nos processos corporativos. Os AESCorp possuem uma biblioteca de ativos de processo responsável pela gerência e controle destes ativos. Parte deste controle está relacionada a mecanismos relacionados à gerência de configuração. Os AESCorp fornecem mecanismos para o controle de versão, controle de modificação e rastreabilidade de versões e mudanças, além de possuir bases independentes de ativos de processo e de versões de ativos de processo.

Gerência de Conhecimento - Conhecimentos adquiridos nas organizações devem ser armazenados no repositório de conhecimento organizacional e devem ficar associados a informações de contexto de forma a ser possível avaliar sua adequação à realidade dos projetos, das organizações e da corporação ao longo do tempo, além de permitir que possam ser reavaliados e reclassificados. Uma vez que a base de conhecimento, pelo menos em sua versão inicial, tiver sido construída, deve-se garantir que os itens de conhecimento sejam prontamente compartilhados e disponibilizados aos membros da corporação e das organizações e dos executantes dos processos. Possuir mecanismos que permitam incorporar conhecimentos e experiências registrados nos demais ambientes como, por exemplo, evoluções em lições aprendidas e novas melhores práticas. Outra importante fonte de conhecimento dentro da estrutura corporativa são os especialistas em áreas específicas, como, por exemplo, no próprio domínio de processos de software. Dessa forma, deve-se garantir que haja a identificação de tais especialistas e que eles possam ser encontrados e contatados visando a uma maior disseminação do conhecimento.

5. Alterações na Arquitetura da Estação Taba para a criação dos AESCorp

A evolução tecnológica e as mudanças econômicas ocorridas nos últimos anos vêm alterando significativamente as características das organizações e, conseqüentemente, dos projetos de desenvolvimento de software. Observa-se, por exemplo, uma tendência de descentralização das equipes dos projetos, com seus integrantes trabalhando distribuídos em localidades distintas. Além disso, numa corporação, é comum que as organizações estejam em localidades diferentes e, também neste contexto, aumenta a necessidade de acesso aos

dados e às ferramentas entre a corporação e as organizações e mesmo dentre as próprias organizações de uma mesma corporação. Esse cenário impõe alterações na forma de gerenciar projetos de software para garantir o seu sucesso.

A arquitetura da Estação TABA, originalmente, não foi concebida para apoiar a descentralização do uso das ferramentas, ambientes e bases de dados. Sendo assim, foi necessária uma reformulação dessa arquitetura com o objetivo de suprir tal deficiência e, assim, atender às novas expectativas. Foi realizada, então, uma nova implementação da Estação Taba na web utilizando-se a tecnologia JEE.

Com a nova implementação, foram revistos os seus componentes e a filosofia de integração foi adaptada à nova realidade. Há um conjunto de serviços básicos que fazem parte da infra-estrutura mínima dos ambientes. Estes serviços são responsáveis por prover funcionalidades como integração de ferramentas internas e externas, padronização da interface com usuários e prover acesso a diferentes fontes de dados, como bases de dados e conhecimento internas e externas. Estes serviços são responsáveis pela implementação da estratégia de integração adotada e são compartilhados por todas as ferramentas, componentes e ambientes da Estação Taba.

6. Conclusão

Este artigo apresentou os *Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporações* (AESOrg) e os seus principais requisitos e características de infra-estrutura, englobando apoio à definição, execução e melhoria de processos, definição de ambientes, gerência de ativos de processos e gerência de conhecimento. Foram realizadas alterações na Estação Taba para permitir a construção de tais ambientes, entre elas o TABA Web.

Neste momento, está sendo realizada a configuração de um AESCorp para uma corporação, onde uma das organizações possui o Nível E de maturidade MPS e outra de suas organizações vai iniciar a implantação do Nível G. Com os resultados desta experiência será possível avaliar o apoio ferramental provido pelos Ambientes de Engenharia de Software Orientados a Corporação.

Referências

- Amescua, A., Garcí?a, J., Sa?nchez-Segura, M.I., *et al.* (2006), "Approaching software process improvement to organizations", *WSEAS Transactions on Computers*, v. 5, n. 3, pp. 507-514.
- Canfora, G., Garcí?a, F., Piattini, M., *et al.* (2006), "Applying a framework for the improvement of software process maturity", *Software - Practice and Experience*, v. 36, n. 3, pp. 283-304.
- Chrissis, M.B., Konrad, M., Shrum, S. (2006), *CMMI (Second Edition): Guidelines for Process Integration and Product Improvement*, Addison Wesley Professional.
- Costa, A., Sales, E., Reis, C.A.L., *et al.* (2007), "Apoio a Reutilização de Processos de Software através de Templates e Versões". In: *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2007*, pp. 47-61, Porto de Galinhas - PE, Junho 2007.
- Ferreira, A.I.F., Santos, G., Cerqueira, R., *et al.* (2007), "Applying ISO 9001:2000, MPS.BR and CMMI to Achieve Software Process Maturity: BL Informatica's Pathway". In: *29th Int. Conference on Software Engineering (ICSE)*, pp. 642-651, Minneapolis, USA, May.
- Ferreira, A.I.F., Santos, G., Cerqueira, R., *et al.* (2006), "Taba workstation: Supporting software process improvement initiatives based on software standards and maturity models". In: *Lec-*

- ture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), v. 4257 LNCS, pp. 207-218, Joensuu.
- ImPProS, "Ambiente de Implementação Progressiva de Processo de Software". In: <http://www.cin.ufpe.br/~imppros/>.
- ISO/IEC-12207 (1998), "Tecnologia de Informação - Processos de ciclo de vida de Software", *ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS*, v. ISO/IEC-12207.
- ISO/IEC-12207:Amd1 (2002), "Information Technology - Amendment 1 to ISO/IEC 12207", *The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission*, v. ISO/IEC-12207:Amd1.
- ISO/IEC-12207:Amd2 (2004), "Information Technology - Amendment 2 to ISO/IEC 12207", *The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission*, v. ISO/IEC-12207:Amd2.
- Jun, D., Rui, L., Yi-min, H. (2007), "Software Processes Improvement and Specifications for Embedded Systems". In: *Software Engineering Research, Management & Applications, 2007. SERA 2007. 5th ACIS International Conference on*, pp. 13-18.
- Montoni, M., Santos, G., Rocha, A.R., et al. (2007), "MPS Model and TABA Workstation: Implementing Software Process Improvement Initiatives in Small Settings". In: *Fifth Workshop on Software Quality held in conjunction with the 29th Int. Conference on Software Engineering (ICSE)*, Minneapolis, USA, May.
- Niazi, M., Wilson, D., Zowghi, D. (2005), "A framework for assisting the design of effective software process improvement implementation strategies", *Journal of Systems and Software*, v. 78, n. 2, pp. 204-222.
- Oliveira, K.M. (1999), *Modelo para Construção de Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Domínio*, Tese de D. Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Oliveira, S.R.B., Vasconcelos, A.M.L. (2006), "A Continuous Improvement Model in ImPProS". In: *Computer Software and Applications Conference, 2006. COMPSAC '06. 30th Annual International*, v. 2, pp. 370-371.
- Paxiúba, C., Pereira, M., Reis, C.A.L., et al. (2007), "Acompanhamento e Avaliação de Projetos através da Monitoração de Eventos em um Ambiente de Gestão de Processos de Software." In: *Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2007*, pp. 15-29, Porto de Galinhas - PE, Junho 2007.
- Santos, G., Montoni, M., Figueiredo, S., et al. (2007), "SPI-KM - Lessons Learned from Applying a Software Process Improvement Strategy Supported by Knowledge Management", *Product-Focused Software Process Improvement*.
- SOFTEX (2007), "MPS.BR – Guia Geral".
- Villela, K. (2004), *Definição e Construção de Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização*, Tese de D. Sc., COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Wang, Q., Li, M. (2005), "Measuring and improving software process in China". In: *2005 International Symposium on Empirical Software Engineering, ISESE 2005*, pp. 183-192, Queensland.