

ADAPTAÇÃO DINÂMICA DE PROCESSOS: UMA ABORDAGEM ORIENTADA A CONTEXTO

Vanessa Tavares Nunes

Exame de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Sistemas.

Orientadora: Claudia Maria Lima Werner

Co-Orientadora: Flavia Maria Santoro

Rio de Janeiro Dezembro de 2011

SUMÁRIO

SUMARIO2					
1. INTE	RODUÇÃO	4			
1.1.	Motivação	4			
1.2.	Caracterização do problema				
1.3.	Enfoque de solução e Hipótese	9			
1.4.	Visão Geral da Abordagem	11			
1.5.	Metodologia da pesquisa	12			
1.6.	Organização	14			
2. ADA	PTAÇÃO DINÂMICA DE PROCESSOS	15			
2.1.	A relevância da dinamicidade na adaptação de processos	15			
2.2.	Abordagens para adaptação dinâmica de processos	18			
2.3.	Requisitos para adaptação dinâmica de processos	27			
2.4.	Análise e visão geral	32			
3. GES	TÃO DE CONTEXTO	35			
3.1.	Contexto	35			
3.2.	Contexto em processos de negócio	39			
3.3.	Abordagens para automação da gestão de contexto	41			
3.4.	Análise	48			
	POSTA DE GESTÃO DE CONTEXTO NO APOIO A ADAPTAÇÃO	52			
4.1.	Modelo de GC para adaptação dinâmica de processos	52			
4.1.1	. Identificação e representação de elementos de contexto	54			
4.1.2	Captura de elementos de contexto	58			
4.1.3	Identificação e armazenamento de situações	59			
4.1.4	Monitoramento e adaptações nos processos	60			
4.1.5	Implementação e apresentação de adaptações	61			
4.2. Proce	GCAdapt - Sistema de Gestão de Contexto para Adaptação Dinâmica de	62			
4.2.1					
4.2.2	Mediador	67			
4.2.3	Tratadores	69			
4.2.4	. Atuadores e Mecanismos de Implementação	72			

4.3.	Cenário de aplicação	74		
4.4.	Contribuições da pesquisa	82		
5. CON	NCLUSÃO	92		
5.1.	Principais contribuições	92		
5.2.	Estágio atual de pesquisa	93		
5.3.	Resultados preliminares	98		
5.4.	Resultados esperados	99		
5.5.	Cronograma proposto	100		
GLOSSÁRIO				
ANEXO	102			
REFER	112			

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentada a motivação, a caracterização do problema que esta pesquisa de tese pretende tratar e o enfoque de solução proposto. Em seguida, é descrita a metodologia de pesquisa que está sendo adotada para buscar uma solução para o problema e uma breve descrição da organização dos capítulos deste documento.

1.1. Motivação

"O maior desafio enfrentado pelas organizações hoje em dia é transformar ideias e conceitos em produtos e serviços a passos cada vez mais rápidos" (Dumas et al., 2005). A institucionalização da orientação a processos já é uma realidade e existe um consenso de que processos de uma forma geral são fundamentais para o bom desempenho de uma organização (Sharp e McDermott, 2001).

De acordo com Weske (2007), processos de negócio são um conjunto de atividades realizadas de forma coordenada em um ambiente organizacional e técnico visando um objetivo de negócio. Objetivos são "afirmações que declaram o que deve ser alcançado ou evitado em um processo de negócio" (Kueng e Kawalek, 1997).

A gestão de processos de negócios (BPM – *Business Process Management*) visa servir como instrumento para prover conhecimento e oportunidades de contínua avaliação do trabalho executado pelas pessoas em uma organização. "Processos de negócio são o instrumento chave para organizar essas atividades e para aumentar o entendimento do relacionamento entre elas" (Weske, 2007) e do impacto entre as mesmas.

Neste cenário, o interesse, a importância e a efetiva incorporação de tarefas e tecnologias para gerenciar processos nas organizações têm crescido ao longo dos anos, bem como formas de analisar as influências internas e externas à organização que demandam adaptações e melhorias nos processos de trabalho às situações que acontecem ao longo de

sua execução (Dumas et al., 2005, La Rosa, 2009, Scheer, 1997, Smith e Fingar, 2003, Verner, 2004).

O ato de customizar um processo geral para torná-lo aplicável a um contexto específico define a adaptação de processos (Pedreira et al., 2007). Esta tarefa exige experiência e envolve o conhecimento sobre diversos aspectos do negócio, do ambiente, das pessoas, das tecnologias utilizadas e da própria organização.

Para isso, é necessário realizar o desenho, análise, implementação, monitoramento e avaliação dos processos em diversos níveis do negócio, desde o gerencial ao operacional. A Figura 1 mostra os níveis de abstração de um processo de negócio baseado em Weske (2007).

No nível mais alto, podem-se gerir os aspectos relacionados à estratégia da organização enquanto, no último nível, os processos de negócio são de fato implementados e todas as informações, procedimentos e recursos para realizar sua execução são conhecidos.

A adaptação de processos pode acontecer em qualquer um dos níveis. No mais alto, onde as adaptações são frutos de discussões que envolvem análises mais profundas, não existe uma necessidade premente de dinamismo e rapidez na adaptação dos processos que, normalmente, significam mudanças de direção da organização. É necessário, no entanto, que haja flexibilidade suficiente para permitir que a organização mude sua direção em relação às demandas de mercado, estratégias e objetivos, sem causar impactos negativos na sua produção. Em níveis mais operacionais, que representam o dia-a-dia da organização, diversas situações surgem em maior velocidade e demandam que a organização as trate no momento em que surgem (*on the fly*) para manter a boa condução de seus processos.

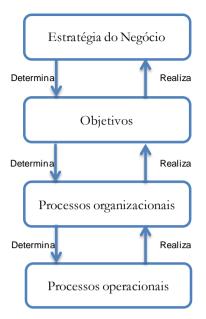


Figura 1 – Níveis de abstração dos processos de negócio (Weske, 2007)

Neste cenário, percebe-se que "a tecnologia da informação tem mudado os processos de negócio dentro das organizações e entre elas. Mais e mais processos operacionais de trabalho estão sendo conduzidos sob a supervisão de sistemas de informação orientados por processos" (Aalst, 2009). Um *Process-Aware Information System* (PAIS) pode ser definido como "um sistema de software que gerencia e executa processos operacionais envolvendo pessoas, aplicações e informações com base em modelos de processos" (Dumas et al., 2005).

PAIS estão sendo utilizados em ambientes organizacionais, tendo o foco se deslocado de abordagens orientadas exclusivamente a dados para uma visão mais holística de processos de negócio (Dumas et al., 2005). Esta reorientação dos sistemas de informação apresenta as seguintes vantagens: (i) Modelos de processo explícitos provêem uma forma melhor de comunicação entre pessoas e analistas de sistemas responsáveis por projetar, implementar e manter a infraestrutura tecnológica que apóia os processos de trabalho; (ii) A orientação a processos permite mudanças sem recodificação total do sistema; (iii) Permite melhorar a eficiência do roteamento automático e disseminação das informações e

atividades às pessoas e aplicações; (iv) A representação explícita de modelos de processos otimiza o redesenho e avaliação e suporta o monitoramento e controle adequado.

1.2. Caracterização do problema

A complexidade e dinamismo das atividades do dia-a-dia estão intimamente ligadas, aumentando a necessidade de adaptações constantes na forma de organizar o trabalho para atender a demandas emergentes. Baseado em Schonenberg et al. (2008), o conceito de flexibilidade em processos está relacionado com o entendimento das situações que ocorrem enquanto pessoas, sistemas e recursos interagem, e que demandam alterações.

Porém, não é possível prever tudo que pode acontecer durante a execução da instância de um processo, pois novas e diferentes situações podem alterar o cenário corrente. O projeto de um modelo de processo completo, prevendo todas as possibilidades que possam ocorrer, está dando lugar a uma visão mais flexível e "orgânica", baseada em reúso e adaptação (Dumas et al., 2005). A ideia é que processos devem ser simples o suficiente para que a organização possa gerenciar com eficiência seus artefatos e recursos. Dessa forma, a implementação do processo torna-se menos rígida e mais facilmente entendida e mantida. O uso de abordagens como PAIS podem afastar a lógica dos sistemas da implementação da aplicação, e atuar em modelos de mais alto nível que facilitem a adaptação das instâncias de processos durante sua execução.

Como ilustração, consideremos o seguinte cenário: A empresa Guitars&Guitars vende instrumentos musicais tanto em lojas físicas quanto através de seu site. Atualmente, o objetivo da empresa é aumentar as vendas, e para isso eles realizam diversas promoções para seus clientes nos Estados Unidos e em outros países. Existe uma regra vigente na empresa (devido a leis governamentais) onde um cliente de fora dos Estados Unidos que realizar uma compra deve pagar os impostos associados à importação do produto.

O cliente Eduardo tem a intenção de realizar uma viagem de turismo para os Estados Unidos e ele está ciente de que ao retornar ao Brasil pode trazer consigo U\$500,00 em produtos isentos de impostos. Ele acessa o site de comércio eletrônico da Guitars&Guitars e verifica que se comprar a guitarra que deseja e colocar como destinatário seu endereço no Brasil, o imposto deverá ser pago para importar o produto. Porém, caso coloque como destinatário um endereço nos Estados Unidos, o produto cujo valor é U\$300,00, estará livre de impostos, pois ao retornar ao Brasil, ele poderá trazer consigo, incluindo o valor do produto em sua cota disponível.

Porém, a empresa Guitars&Guitars possui uma regra estabelecendo que o endereço de entrega do comprador deve corresponder ao mesmo país do endereço de fatura do cartão de crédito do cliente. Eduardo, então, desiste de realizar a compra, pois irá pagar muito mais pelo instrumento do que está disposto.

A situação configurada vai de encontro às necessidades de atendimento dos objetivos da empresa neste momento, uma vez que a única lei governamental que restringe a forma de realização da compra é que o cartão de crédito deve ser internacional, que é o caso de Eduardo.

Como resolver essa situação? A compra de Eduardo pode ser negada, porém o registro é armazenado para futura discussão de melhoria do processo. Iniciativas de melhoria de processos tendem a não ser um procedimento rápido e, até que o processo seja revisto, remodelado e reimplementado, a empresa já perdeu diversos clientes estrangeiros que optaram por não realizar a compra nesta loja.

Uma opção mais otimista corresponde a negar a compra de Eduardo, mas sinalizar a situação ocorrida, analisar as possibilidades e flexibilizar a regra de negócio imposta a clientes estrangeiros. A solução pode ser implementada de forma rápida o suficiente, através de mecanismos tecnológicos que informem os acontecimentos para que o gerente altere rapidamente a regra, e informe ao Eduardo que ele pode fazer a compra.

Porém, a opção que atenderia ao Eduardo e, provavelmente, os clientes imediatamente subsequentes, seria o sistema identificar a situação, no momento em que ela acontece, e encontrar uma forma de atender o cliente, porém mantendo a estrutura do processo (que contém algumas regras que devem ser cumpridas).

Este cenário exemplifica os elementos centrais desta tese que foca no tratamento das situações que acontecem durante a execução de processos automatizados (ou seja, cujos estados são acompanhados por software ou que são geridos por ele, um PAIS). A automação da adaptação dinâmica surge como forma de atender as necessidades de tomada de decisão quanto à adequação dos processos durante sua execução.

As soluções encontradas na literatura para tratar as questões mencionadas (Schonenberg et al., 2008, Rosemann et al., 2010, La Rosa, 2009, Baldauf et al., 2007, Aalst, 2009) oferecem apoio no raciocínio para identificação de possibilidades de adaptação, utilizando informações parciais e não integradas que influenciam nos processos. Além disso, as propostas para adaptação dinâmica de processos requerem que a adaptação seja realizada de forma manual, o que onera o trabalho do responsável pelo processo que não pode perder o momento certo em que necessidade surge e o melhor momento de realizar uma adaptação.

Sendo assim, o problema que esta proposta de tese visa tratar é:

A adaptação dinâmica de processos é limitada no que tange o apoio automatizado da identificação e seleção de alternativas de adaptação.

1.3. Enfoque de solução e Hipótese

A identificação de possibilidades de adaptação (por exemplo, adaptações no fluxo de execução, papéis, informações, tecnológicas e recursos) na instância do processo não é uma tarefa trivial.

Esta proposta trata de uma abordagem orientada à gestão de contexto para solucionar o problema da adaptação dinâmica de processos. O conceito de contexto aparece como um balizador para distinguir, dentre as informações disponíveis ao longo da execução da instância de um processo, aquelas que são relevantes no sentido de oferecer insumos para análise da aderência da instância do processo às necessidades (estratégias e objetivos) da organização. Através da análise do contexto, é possível avaliar o momento em que a adaptação necessária deve ocorrer, de forma a garantir a execução da instância do processo.

Contexto, conforme afirma Brézillon (1999), é uma descrição complexa do conhecimento compartilhado sobre circunstâncias físicas, sociais, históricas e outras dentro das quais ações ou eventos ocorrem. O contexto da instância de um processo é identificado e interpretado através da combinação de diversas informações, pois este é dinâmico e sempre introduz questões relevantes que devem ser consideradas na análise da execução de tarefas (Vieira, 2008).

A motivação para a crescente importância da associação de contexto a processos está relacionada ao fato de que este provê uma forte relação de causa-efeito entre as demandas por flexibilidade em processos e os impactos quando da adaptação dos mesmos. Rosemann e Recker (2006) definem processos sensíveis a contexto (processos *context-aware*), nos quais o projeto do processo deve levar em consideração determinadas informações de contexto que podem influenciar na necessidade de adaptações. O resultado da instância de um processo, portanto, sofre influência do contexto ao seu redor.

O foco desta pesquisa de tese está em prover apoio automatizando à adaptação dinâmica dos processos de negócio, através da gestão do contexto, cujas atividades caracterizam sua execução e identificam e realizam adaptações quando necessárias.

Então, a hipótese formulada nesta pesquisa de tese é:

Através da gestão de contexto, é possível solucionar a limitação da automação na identificação e seleção de alternativas no apoio à adaptação dinâmica de processos.

1.4. Visão Geral da Abordagem

O objetivo principal desta pesquisa de tese é apoiar uma organização na adaptação dinâmica de processos de forma automática e aderente aos seus objetivos.

Para tanto, serão desenvolvidos atividades, procedimentos e tecnologias de gestão de contexto dentro de uma sistemática de reutilização de processos no sentido de tornar os processos de um domínio específico aptos a se tornarem adaptáveis, porém mantendo os padrões internos da organização.

Os mecanismos de gestão de contexto são responsáveis por monitorar a execução do processo e adaptá-los para que mantenham continuamente a qualidade através da aderência aos seus objetivos. A orientação aos objetivos do processo constitui-se um diferencial desta abordagem, pois conduz os processos a uma maior aderência as metas e estratégias da organização.

A Figura 2 ilustra a visão geral da gestão de contexto. Os elementos contextuais (dados e informações) considerados relevantes para o processo são identificados, capturados, representados e relacionados entre si para identificar o contexto do processo. Após o seu entendimento são inferidas possibilidades de atuação em relação à situação configurada, baseada na aderência dos processos aos seus objetivos. Se necessária, a adaptação do processo é realizada e apresentada aos participantes do processo. O ciclo continua através do contínuo monitoramento destas variáveis relevantes ao processo.

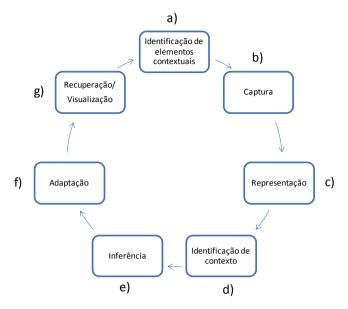


Figura 2 – Fases da gestão de contexto para adaptação de processos

Esta proposta de tese está inserida em um contexto de pesquisa mais amplo dentro do Grupo de Reutilização de Software do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE-UFRJ e do Núcleo de Pesquisa e Prática em Tecnologia (NP2Tec) da UNIRIO onde dissertações de mestrado e doutorado são desenvolvidas em cooperação (Werner et al., 2011).

1.5. Metodologia da pesquisa

Esta pesquisa está baseada no paradigma de *Design Science* (Hevner e Chatterjee, 2010, Hevner et al., 2004) que é fundamentalmente um paradigma de resolução de problema através de prática, onde artefatos desenvolvidos com a intenção de resolver problemas organizacionais são criados e avaliados.

Neste sentido, a metodologia que está sendo utilizada nesta pesquisa é apresentada na Figura 3. A condução desta pesquisa visa continuamente identificar sua viabilidade, através do uso de avaliações simples (como *toy-examples* baseados em casos reais) devido à sua natureza aplicada.

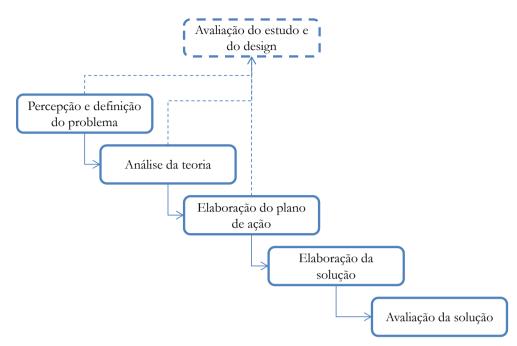


Figura 3 – Metodologia de pesquisa utilizada

Durante a percepção e definição do problema, foi identificada a relevância do problema da adaptação dinâmica de processos e o interesse na pesquisa em gestão de contexto como solução deste problema, que justifica o investimento do trabalho que está sendo conduzido. A análise da teoria é realizada no sentido de ratificar a existência do problema, discutindo abordagens que já tratam parte do problema e quais os desafios ainda existentes. A elaboração do plano de ação visa estabelecer uma visão geral da solução proposta como forma de visualizar a questão em uma escala de sua totalidade dentro da pesquisa que está sendo conduzida. Desta forma, é possível isolar um problema específico dentro deste contexto que o justifique, e cuja solução será elaborada e avaliada, considerando o universo parcial trabalhado que, como proposta de tese, corresponde ao raciocínio para decisão de adaptação.

1.6. Organização

A organização deste documento é ilustrada na Figura 4.

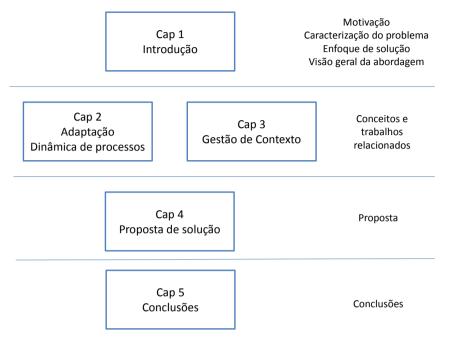


Figura 4 – Organização do documento

No Capítulo 2, é discutida a adaptação dinâmica de processos como problema central desta pesquisa, destacando-se as abordagens já existentes para o seu tratamento. O Capítulo 3 aborda a gestão de contexto como enfoque de solução e discute as soluções existentes para a implantação de infraestruturas de apoio metodológico e tecnológico.

No Capítulo 4, é detalhada a metodologia aplicada contendo a proposta de solução com a especificação do modelo e da arquitetura de implementação.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, discutindo as principais contribuições do trabalho, resultados preliminares e esperados e cronograma para o desenvolvimento da tese. Uma discussão sobre a proposta de avaliação da solução é também realizada neste capítulo.

2. ADAPTAÇÃO DINÂMICA DE PROCESSOS

Este capítulo discute a relevância da dinamicidade na adaptação dos processos, apresentando abordagens vistas através de quatro aspectos integrados, que visam apoiar de maneira sistemática e tecnológica a adaptação dinâmica de processos. Essas abordagens são analisadas e os requisitos necessários ao seu tratamento são discutidos.

2.1. A relevância da dinamicidade na adaptação de processos

Visualize o seguinte cenário. Hoje o site de vendas de música online *iTunes Store* de propriedade da empresa Apple, não permite que brasileiros comprem música e façam seu download pelo site da loja.

Segue uma situação hipotética: A empresa Apple atua no segmento de venda de mídias para uso nos equipamentos eletrônicos fabricados por ela como músicas e vídeos e quer se estabelecer como uma das principais fornecedoras nos próximos anos pelo mundo todo. Ela já vende equipamentos como iPod e iPhone pelo seu site *Apple Store* para clientes brasileiros. No entanto, um cliente brasileiro, que hoje adquire um equipamento deste tipo não pode comprar e realizar download de músicas para os mesmos.

Esta regra de negócio vai de encontro aos objetivos atuais da organização. Como resolver esta situação de forma dinâmica, mesmo que em pequena escala? A opção seria o sistema identificar a situação no momento em que ela acontece e encontrar uma forma de atender o cliente, sem ferir regras de negócio que devem ser cumpridas.

Sendo assim, imagine o cliente João que se encontra no site tentando realizar a compra de algumas músicas. O sistema poderia identificar de imediato algumas informações sobre João. Ele realizou a compra de um iPod no site do Apple e, portanto, não é um cliente

novo. Ele possui cartão de crédito internacional. Além disso, através do contrato de relacionamento entre a Apple e a PayPal¹ o sistema reconhece que João é cliente da PayPal há mais de 2 anos e já realizou 5 compras utilizando estes serviços, todas terminando de forma regular.

O sistema da Apple consegue coletar informações como:

- Dados pessoais de João (nome, CPF, data de nascimento, endereço)
- Dados bancários (cartão de crédito, bandeira), dados das compras de equipamentos realizados na Apple store (equipamento, marca, ano, configuração, forma de pagamento, log de pagamento, aceitação da administradora do cartão)
- Situação cadastral no site PayPal (compras realizadas, log de pagamentos contendo histórico de possíveis problemas na hora de efetuar compras e pagamentos)

Baseado nesses dados coletados, o sistema pode então inferir que este é um cliente assíduo do site, comprador habitual (realizou compras de aparelhos Apple, sem problemas com pagamento ou autorização de cartão de crédito), usuário que não teve problemas em adquirir outros produtos de outras empresas via PayPal, possui cartão de crédito válido e que, portanto, representa risco baixo para a organização. A compra e o download de músicas poderiam então ser autorizados.

Um desafio que, ainda hoje, é discutido tanto pela comunidade acadêmica quanto pela indústria, está relacionado à habilidade de uma organização em responder a mudanças em seus processos de forma eficiente e efetiva. Desta forma, pesquisas em modelagem e execução de processos de negócio têm ganhado um novo foco de atenção: a flexibilidade em processos em decorrência das contínuas mudanças no ambiente de trabalho das pessoas. Flexibilidade é a capacidade de mudar sem perder a identidade (Regev et al., 2007). A flexibilidade em processos de negócio está relacionada então com a habilidade de um

.

www.paypal.com

processo se adaptar em decorrência de uma necessidade e, ao mesmo tempo, manter sua estabilidade (aderente às políticas, cultura e objetivos da organização).

A adaptação de processos de negócio pode acontecer basicamente em dois momentos do ciclo de vida de um processo de negócio: em tempo de desenho e em tempo de execução. Percebe-se que, em geral, todas as decisões de adaptação de processos são definidas em tempo de desenho do processo (refletidas nos modelos de processo através da representação e uso de condicionais, exclusivas e não exclusivas, e regras de negócio), permitindo que o melhor caminho a ser executado seja decidido em tempo de execução. Esta é a forma mais direta de adaptação, pois a flexibilidade em processos já é prevista quando a modelagem é realizada. A flexibilidade pode ainda ser tratada através do uso de níveis diferentes de granularidades, desde o desenho da cadeia de valor, onde é modelada uma visão de alto nível dos processos e da interseção entre eles, até o seu desdobramento em processos, sub-processos e tarefas.

Porém, segundo Bider (2005), é possível prever até 90% dos acontecimentos, mas nunca 100% de todos os acontecimentos, nem 100% de todas as possibilidades de atuação possíveis. Ou seja, não é possível prever tudo que pode ocorrer durante a execução de um processo, pois novas situações surgem, alterando o seu cenário de atuação. Determinados acontecimentos simplesmente não podem ser previstos, pois estão associados a acontecimentos externos às organizações; e, dependem efetivamente dos eventos gerados pela execução da instância do processo e que podem deflagrar acontecimentos surgidos em função da combinação de eventos e decisões sequer existentes previamente.

Além disso, descrever todos os caminhos possíveis em um modelo de processo pode prejudicar o seu entendimento devido ao alto grau de complexidade exigido (Bider, 2005, Kumar e Narasipuram, 2006). Algumas mudanças podem ser momentâneas (ad-hoc) e necessárias somente a uma instância de um processo, por se tratar de um caso isolado, podem significar a reestruturação de parte das instâncias em execução que possuam

características semelhantes ou, no caso mais radical de todos, podem significar a reestruturação do modelo do processo (Regev et el., 2007, Weber et al., 2009) por tempo determinado ou de forma definitiva.

Esta tese tem foco na adaptação das instâncias de processos em execução, onde as necessidades de adaptação devem ser tratadas no momento em que ocorrem. Este tipo de adaptação define o conceito de adaptação dinâmica de processos.

2.2. Abordagens para adaptação dinâmica de processos

A adaptação dinâmica de processos ocorre de forma cíclica em 4 estágios (Figura 5) baseados em discussões de La Rosa (2009), Mejia Bernal et al. (2010) e Rosemann et al., (2008):

- i. Identificar a situação que demanda adaptação: entender o que está acontecendo no ambiente e que causa necessidades de adaptação.
- ii. Identificar possibilidades de adaptação e impactos associados: definir quais elementos do processo precisam e podem ser adaptados e o impacto dessa alteração no ambiente de trabalho.
- iii. Redesenhar a instância do processo: alterar a instância do processo (parte do modelo ainda não executado) para contemplar as mudanças definidas.
- iv. Implementar as mudanças: modificar a infraestrutura existente para se adaptar às mudanças realizadas no processo.



Figura 5 – Estágios da adaptação dinâmica de processos

A possibilidade de analisar e realizar adaptações dinâmicas em processos pode ser traduzida em procedimentos e tecnologias que permitam detectar mudanças nas instâncias dos processos sem comprometer sua execução, apoiar as mudanças efetivas e necessárias e reduzir custos associados (Mejia Bernal et al., 2010), além de apoiar a manutenção da qualidade do produto gerado.

Para identificar as abordagens existentes na literatura que apóiam este ciclo de adaptação dinâmica de processos, esta pesquisa considera quatro aspectos específicos e que são inter-relacionados entre si (Figura 6):

- i. Notações e técnicas para modelagem de variabilidade em processos;
- ii. Técnicas de gestão da variabilidade em processos;
- iii. Infraestrutura tecnológica de apoio à adaptação de processos;
- iv. Apoio à seleção e combinação de alternativas possíveis.

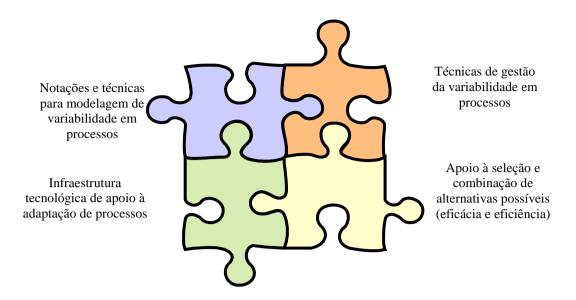


Figura 6 – Visão integrada dos aspectos para apoio à adaptação de processos

2.2.1. Notações e técnicas para modelagem de variabilidade em processos

As abordagens que tratam de notações e técnicas para o apoio à realização da adaptação dinâmica de processos (Figura 5) devem oferecer suporte à padronização da modelagem das partes comuns e variáveis dos processos (realizando a diferenciação entre elas), para que seja possível identificar o que pode variar (e as regras de adaptação entre partes dos processos) e com isso permitir a reutilização de partes do processo.

Rosemann e Aalst (2007) definem o conceito de modelos de processos configuráveis (configurable process models) que visa implantar uma sistemática de reutilização de modelos de processos baseado na Engenharia de Linha de Produtos de Software (Pohl et al., 2005). Essa abordagem tem como base a identificação de múltiplas variações de um processo em um único modelo de processo configurável.

Neste cenário, existem propostas de extensão de notações para representar variabilidade em processos. Rosemann e Aalst (2007) propõem uma extensão para a notação de modelagem de processos EPC (Event-driven Process Chain) (Scheer, 2000) chamada C-EPC (Configurable Event-driven Process Chain) apresentada na Figura 7. Esta

extensão propõe a representação de pontos de variação (pontos do processo onde podem ocorrer variações) chamados de "nós configuráveis" (configurable nodes or functions), onde variantes (partes do processo que podem ser acopladas ao ponto de variação), denominadas "alternativas" (alternatives) podem ser associadas. Além disso, podem ser aplicadas restrições (configurations requirements and guidelines) que guiam ou restringem as possíveis adaptações.

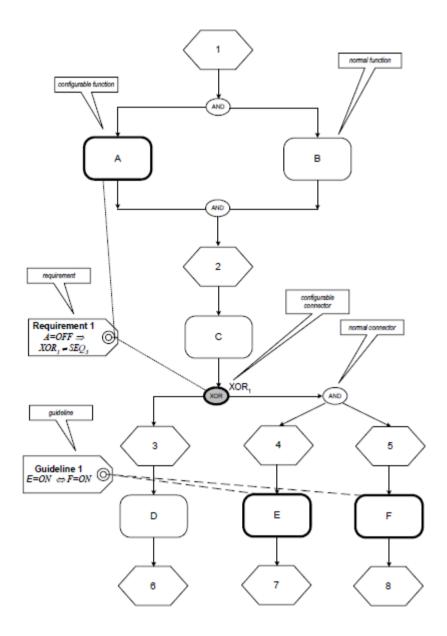


Figura 7 – Exemplo de modelo C-EPC (Rosemann e Aalst, 2007)

Outras abordagens propõem técnicas para capturar e expressar variabilidade em processos que podem ser aplicadas a diversas notações. A abordagem BDD+04 (Becker et

al., 2007) propõe o uso de projeção de modelos, onde parte-se de um modelo de referência (*reference model*) que abrange todas as possibilidades e, a partir desse modelo, cria-se uma projeção para um cenário específico de atuação, eliminando os caminhos do processo que não são relevantes pro cenário específicado.

O projeto PESOA (*Process Family Engineering in Service-Oriented Applications*) (Puhlmann et al., 2005) estabelece o conceito de *variant-rich process model*, que representa um modelo de processo estendido com o uso de estereótipos de anotações para introduzir variabilidade no modelo. Esta técnica utiliza anotações para representar variabilidade em processos com a intenção de aperfeiçoar a customização de sistemas de aplicação orientados a processos (ou seja, o processo é representado pelo comportamento do sistema). São utilizados estereótipos para representar, nos pontos de variação, como exemplo, o que pode variar (<<VarPoint>>), o que é opcional (<<Optional>>), abstrato (<<Abstract>>), e em cada um desses pontos, quais são as possíveis variantes (<<Variant>>). Outras abordagens como a de Razavian e Khosravi (2008) e Czarnecki (2005) também adotam o uso de anotações nos modelos de elementos para representar variabilidade, porém com menor expressividade semântica do que o PESOA.

Outra forma de representar as relações de restrições e condução do processo, reações a eventos gerados e adoção de políticas, pode ser através de regras de negócios. Regras de negócio representam afirmações precisas que controlam a execução de processos de negócios (Bhat e Deshmukh, 2005). Essas afirmações se traduzem na comparação ou verificação de uma condição (o valor de uma ou mais variáveis) em relação a valores que podem ou não disparar comandos. Segundo Mejia Bernal et al. (2010), o uso de regras facilita a adaptação de processos em diversos níveis de granularidade, permite a flexibilidade de diversos elementos de um processo (não somente as atividades e o fluxo), e apóia no raciocínio e verificação de corretude do processo.

O uso de níveis de granularidade (cadeia de valor, diagramas de processos, atividades, tarefas), uso de elementos condicionais e introdução de variabilidade em processos também aumentam o poder de flexibilidade dos modelos de processos de negócios.

2.2.2. Técnicas de gestão da variabilidade em processos

Neste aspecto, existem propostas de métodos e infraestruturas para que a combinação (desenho e redesenho) de partes do processo possa ser viabilizada. São necessários mecanismos que mantenham restrições e regras para a realização de adaptações, bem como os repositórios onde são armazenadas as partes de processos.

Algumas pesquisas apontam soluções para a sistematização da composição (adaptação antes da execução) de processos de software (Washizaki, 2006, Jaufman e Münch, 2005, Magdaleno, 2010a, Montero et al., 2007, Pedreira et al., 2007) através de reutilização de processo. Os chamados modelos de referência para processos permitem acelerar a modelagem e configuração destes processos, através do uso de um repositório de modelos relevantes (focando praticamente todos os seus esforços em adaptações na perspectiva do fluxo do processo). Este apoio deve fornecer uma infraestrutura para realizar a (re) configuração de processos que permita manter a sua padronização e ao mesmo tempo controlar as possíveis adaptações (variações). Estas propostas podem ser comparadas com os modelos de processo configuráveis (Aalst et al., 2006) motivadas pela aplicação do paradigma do desenho através do reúso (*Design by rense paradigm*).

Os conceitos de BFE (*Business Process Family*) e PFE (*Process Family Engineering*) (Montero et al., 2007) têm como objetivo discursar sobre técnicas baseadas no conceito de linha de produto (Clements e Northrop, 2001) e na sua transposição para a área de processos. As linhas de processo (Jaufman e Münch, 2005, Rombach, 2006, Washizaki, 2006) aplicam a teoria de linhas de produto (Clements e Northrop, 2001) de software onde

o 'produto' passa a ser um processo. A motivação para o estudo em linhas de processo é transferir as abordagens existentes na engenharia de linhas de produto para o tema de processos, pois acredita-se que quanto mais aderente às necessidades da organização e do cliente for um processo, melhor será o produto produzido a partir dele.

2.2.3. Infraestrutura tecnológica de apoio à adaptação de processos

Este aspecto está relacionado ao uso de uma infraestrutura tecnológica de apoio à execução e adaptação dinâmica de processos de forma automatizada. Os PAIS (*Process-Aware Information Systems*) têm esta função na operacionalização dos processos de negócio. Eles podem ser tanto aplicações genéricas utilizadas por múltiplos departamentos dentro de uma mesma organização (por exemplo, WFMSs) como ou aplicações voltadas para um domínio de atuação específico (por exemplo, ERPs).

Em ambientes dinâmicos, deve ser possível implementar novos processos de negócios de forma a permitir adaptações através da adição, exclusão ou alteração de partes do processo (ou seja, atividades, funções, informações, recursos, etc.) e apoiar as mudanças sazonais (que demandam alteração nos processos por um período de tempo em função de uma situação específica que está ocorrendo) e evolução do processo (ou seja, realizar alterações definitivas na estrutura de processo para todas as instâncias de processo já em execução).

Dentre as propostas de PAIS que tratam algum tipo de adaptação destacam-se YAWL (Aalst e Hofstede, 2005), FLOWer (Dumas et al., 2005), Declare (Pesic et al., 2007), ADEPT (Reichert e Dadam, 2009) e AristaFlow (Lanz et al., 2010). Elas foram classificadas de acordo com os quatro tipos de flexibilidade propostos por Schonenberg et al. (2008) e detalhados na seção 2.3: flexibilidade em tempo de desenho, flexibilidade por desvio, flexibilidade por especificação tardia, e flexibilidade através de mudança.

YAWL é baseado em fundamentações formais que apresentam uma promessa significante no apoio a adaptação dinâmica de processos. Atualmente permite adaptação em tempo de desenho, por desvio (sem alterar a especificação original), por especificação tardia (por exemplo, a especificação incompleta de uma atividade), e por mudança na estrutura do processo.

FLOWer é um sistema baseado em casos bem utilizado na indústria, onde o tratamento que oferece a flexibilidade provou-se ser eficiente. No entanto, permite adaptação em tempo de desenho e por desvio. Declare, e a base declarativa que propõe, provê suporte à adaptação em tempo de desenho, por desvio e por mudança (permitindo propagar a mudanças as instâncias já em execução).

ADEPT é um workflow adaptativo que tem obtido sucesso em sua aplicação em diferentes áreas, na saúde principalmente. Provê suporte a adaptação em tempo de desenho, desvio e especificação tardia. Sua versão mais recente ADEPT2 provê o suporte à adaptação por mudança no processo.

Segundo análise de Schonenberg et al. (2008), em relação ao ADEPT (versão 1.0), YAWL (versão 8.2b), FLOWer (versão 3.0) e Declare (versão 1.0), nenhuma delas tem um amplo domínio no atendimento à flexibilidade em processos para a adaptação dinâmica. A versão 2.0 de ADEPT, e sua versão comercial chamada AristaFlow BPM Suite, permitem a adaptação dinâmica, porém manual, da instância de um processo através da adição, remoção e movimentação de passos do processo.

2.2.4. Apoio à identificação e seleção de combinação de alternativas possíveis

As abordagens que tratam este aspecto apóiam a adaptação dinâmica de processos, identificando a situação que demanda a adaptação e quais partes do processo precisam ser adaptadas.

A tarefa de caracterizar as situações que ocorrem durante a execução de um processo não é trivial, conforme já descrevia o paradigma de orientação a processos proposto por Conklin (1992). Este autor tratava da complexidade da natureza dos processos onde informações como suposições, valores, experiências, interações, decisões e outras caracterizam como os artefatos foram construídos e apóiam na avaliação da sua aderência as necessidades da organização. Rosemann e Recker (2006) também discutem o desafio em identificar, documentar e analisar os cenários que impactam no projeto e execução de processos.

BDD+04 (Becker et al., 2007) propõem, como forma de apoiar na seleção dos ramos da projeção, o uso de características do negócio para determinar o cenário e escolher os ramos apropriados. Essas características são associadas aos elementos (atividades, eventos, recursos organizacionais e objetos) do processo que podem variar. No projeto PESOA, (Puhlmann et al., 2005) também é utilizado o conceito de características, seguindo a linha da engenharia de linha de produto de software (Clements e Northrop, 2001). A proposta é associar as variantes do processo a características em um modelo de características. Portanto, ao selecionar as características (e fazer uso do estabelecimento de restrições entre elas), é possível determinar quais variantes de processo podem ser selecionadas e combinadas entre si em um determinado cenário de atuação. Dessa forma, o responsável pelo processo pode selecionar características que o processo deveria possuir, e ser apoiado pela abordagem na seleção de partes (chamados componentes) de processos (que contenham essas características) que podem ser combinadas.

SME (*Situational Method Engineering*) (Ralyté e Henderson-Sellers, 2010) é uma proposta voltada para o domínio de processos de software, que visa apoiar na seleção da metodologia "mais apropriada" para uma organização nos seus projetos de desenvolvimento de software através do uso de *guidelines*.

La Rosa (2009), propõe a identificação de variantes em um processo, através do uso de questionários específicos para um domínio em particular. Através das respostas providas pelos responsáveis pela gestão dos processos, o sistema desenvolvido *Quaestio* apresenta as variantes mais indicadas em relação à combinação de respostas.

Case-Based Reasoning (CBR) é uma estratégia utilizada para gerenciar novas situações baseada em soluções similares anteriores e tem sido proposta na literatura (Sun et al., 2008, Zhao et al., 2006) para mudança de processo baseada em reúso e suporte a adaptação de workflow. A engenharia de resiliência, proposta por (Antunes e Mourao, 2009) visa apoiar a adaptação de processos com base no diagnóstico de informações específicas coletadas dos usuários do processo.

2.3. Requisitos para adaptação dinâmica de processos

De uma maneira geral, analisando os quatro aspectos destacados na Seção 2.2, pode-se avaliar as diferentes abordagens já existentes na literatura, baseadas nas seguintes características que elas implementam (Weske, 2007, La Rosa, 2009, Dumas et al., 2005, Baldauf et al., 2007, Schonenberg et al., 2008):

- Perspectiva de adaptação, que está diretamente relacionada ao nível de expressividade semântica da linguagem de representação utilizada. As perspectivas ou escopos de adaptação dos processos podem ser classificados da seguinte forma (Jablonski e Aalst, 2000, La Rosa, 2009):
 - Perspectiva do processo ou do fluxo de controle: trata a questão da adaptação e do grau de flexibilidade que o processo vai ter em relação às atividades e a relação entre elas.
 - Perspectiva organizacional: trata da questão da adaptação e do grau de flexibilidade sob o aspecto da adaptação de recursos humanos, das relações

- entre os papéis e do impacto que esse tipo de adaptação causa na execução do processo.
- Perspectiva da informação e produtos consumidos/gerados: está relacionada à questão da adaptação das informações e produtos (objetos do processo) consumidos e gerados em um processo e seu impacto no processo em execução.
- O Perspectiva operacional: trata das operações implementadas através de sistemas e da adaptação de tecnologias na execução dos processos.
- O Perspectiva de integração: trata os impactos causados pelas adaptações nas quatro perspectivas discutidas, pois o fluxo do processo se relaciona com os responsáveis pela execução de cada atividade, os objetos tramitados pelas atividades e os sistemas e outros recursos tecnológicos que operacionalizam parte ou todo o processo.
- Flexibilidade no tempo da adaptação: Relacionado ao grau de flexibilidade dos processos em relação ao momento do ciclo de vida de um processo onde podem ocorrer adaptações. A classificação proposta por (Schonenberg et al., 2008) leva em consideração somente a perspectiva do fluxo do processo. Dessa forma, com o objetivo de avaliar as abordagens que tratam o problema de adaptação de processos de uma forma geral, a classificação a seguir foi estendida:
 - Flexibilidade em tempo de desenho: todas as variações possíveis são definidas e modeladas em tempo de desenho do processo. Todas as instâncias do processo seguem o mesmo processo. A seleção do caminho apropriado é realizada em tempo de execução.
 - o Flexibilidade por desvio na execução do processo: instâncias específicas do processo podem desviar temporariamente alterando a previsão, de forma a

acomodar mudanças encontradas no ambiente em tempo de execução. As alterações em uma instância não se refletem em alterações no modelo do processo, somente na instância que está sendo executada. Este tipo de flexibilidade também é chamado de mudança momentânea (Jablonski e Aalst, 2000).

- Flexibilidade através de definição de pontos de variação: durante a especificação do modelo de processo, pode-se prever a necessidade de incorporar novas possibilidades de adaptação no futuro. Como não se pode prever todas as situações possíveis com antecedência, torna-se útil executar um modelo de processo cujas partes variáveis podem ser adicionadas dinamicamente. Além disso, novas variações podem ser disponibilizadas sem a necessidade de alterar o modelo de processo. As alterações em uma instância não se refletem em alterações no modelo do processo, somente na instância que está sendo executada. Os pontos onde podem ocorrer variações devem ser definidos a priori. Podem acontecer três situações:
 - Seleção tardia (late binding): durante a execução, no ponto onde podem ocorrer variações, uma variante é selecionada dentre as opções disponíveis.
 - Modelagem tardia (late modelling): durante a execução, no ponto onde podem ocorrer variações, percebe-se que não existe uma variante que seja adequada a situação corrente. Esta variante pode ser composta pela junção de duas ou mais variantes, ou através da modelagem da parte variante (entretanto, esta situação pode causar algum atraso no processo).
 - Seleção antecipada (early binding): antes da instância do processo atingir
 o ponto de variação, ou seja, antes da sua execução. Quando é possível

prever as situações que vão acontecer com base em eventos anteriores, a seleção das variações adequadas ao processo pode ser realizada antes da sua execução. Além disso, pode ser definida uma variação padrão, e caso nenhuma outra seja selecionada, a que foi inicialmente determinada é executada.

- o Flexibilidade através de mudança: durante a execução de uma instância do processo, eventos podem acontecer e demandar alterações no modelo do processo, o que pode impactar nas instâncias de processos já em andamento (caso se opte por uma mudança geral) ou somente nas instâncias geradas a partir da alteração do modelo. Este tipo de flexibilidade pode ser resultado de uma mudança evolutiva (Jablonski e Aalst, 2000).
- Suporte à tomada de decisão (La Rosa, 2009): relacionado ao provimento de mecanismos para apoiar na seleção de alternativas para a adaptação de processos. Esses mecanismos podem ser manuais, onde o usuário seleciona a adaptação que será realizada; ou automatizados, onde o sistema decide o que será feito.
- Suporte à preservação da qualidade dos modelos adaptados: relacionados ao suporte à manutenção da corretude e qualidade dos modelos adaptados. No que tange a corretude dos modelos, as abordagens podem apoiar a corretude semântica (garantia do correto comportamento do fluxo) e a corretude sintática (garantia da correta estrutura do fluxo) dos modelos (La Rosa, 2009). Com relação à análise de qualidade do processo após a adaptação, a abordagem deve avaliar sua adequação às necessidades do ambiente, o nível de qualidade dos produtos intermediários e finais gerados e a aderência aos objetivos da organização.

As propostas apresentadas na Seção 2.3, que abordam os aspectos para apoio à adaptação dinâmica de processos, implementam os requisitos apresentados em níveis e complexidades diferentes, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Propostas que implementam requisitos de inclusão de flexibilidade em processos

Perspectiva de	Flexibilidade no tempo	Suporte à tomada de	Suporte à preservação			
adaptação	de adaptação	decisão	da qualidade dos			
			modelos			
C-EPC						
Trabalha com a	A proposta aborda	-	Através da			
perspectiva do fluxo	discussões em tempo		formalização da			
de controle.	de desenho.		definição dos			
			conceitos e relações			
BDD+04						
Trabalha com a	A proposta aborda	Oferece o uso de	Através da introdução			
perspectiva do fluxo	discussões em tempo	características do	de elementos formais			
de controle.	de desenho.	negócio para	para a adaptação nos			
		determinar o cenário e	metamodelos das			
		escolher as alternativas	linguagens			
		apropriadas.				
Razavian e Khosravi (2008) e Czarnecki (2005)				
Trabalha com a	A proposta aborda	-	Através das			
perspectiva do fluxo	discussões em tempo		conceituações e			
de controle.	de desenho.		relações formais			
			existentes nas			
			linguagens utilizadas.			
PESOA						
Trabalha com a	A proposta aborda	Utiliza diagrama de	Através do uso de			
perspectiva do fluxo	discussões em tempo	características como	regras para			
de controle.	de desenho.	apoio na seleção das	substituição de ações.			
		alternativas de				
		composição do				
		processo.				
SME						
Trabalha com a	A proposta aborda	Uso de guidelines no	Existe suporte através			
perspectiva do fluxo	discussões em tempo	apoio a seleção dos	de guidelines.			
de controle.	de desenho.	procedimentos de um				
		projeto.				
Quaestio (La Rosa, 20	009)					
Trabalha com a	A proposta aborda	Uso de questionários	Através das			
perspectiva do fluxo	discussões em tempo	cujas respostas servem	conceituações e			
de controle.	de desenho.	para indicar variantes.	relações formais			
			utilizadas na			
			fundamentação do			
			framework proposto.			
Washizaki (2006), Jaufman e Münch (2005), (Rombach (2006))						

BFE e PFE (Montero et al., 2007)							
Trabalha com a	A proposta aborda	Utiliza diagrama de	Existe suporte através				
perspectiva do fluxo	discussões em tempo	características como	da sistemática de				
de controle.	de desenho.	apoio na seleção das	linhas de processo.				
		alternativas de					
		composição do					
		processo.					
(Aalst et al., 2006)							
Trabalha com a	A proposta aborda	Não oferece suporte.	Existe, mas não é				
perspectiva do fluxo	discussões em tempo		discutido.				
de controle.	de desenho.						
YAWL							
Trabalha com a	Permitem a adaptação	Não oferece suporte.	A infraestrutura possui				
perspectiva do fluxo	em tempo de desenho,		regras de manutenção				
de controle.	por desvio e		da qualidade.				
	especificação tardia.						
FLOWer							
Trabalha com a	Permitem a adaptação	Não oferece suporte.	A infraestrutura possui				
perspectiva do fluxo	em tempo de desenho		regras de manutenção				
de controle.	e por desvio.		da qualidade.				
Declare							
Trabalha com a	A proposta aborda	Não oferece suporte.	A infraestrutura possui				
perspectiva do fluxo	discussões em tempo		regras de manutenção				
de controle.	de desenho, por desvio		da qualidade.				
	e por mudança.						
ADEPT e AristaFlow							
Trabalha com a	Permitem a adaptação	Não oferece suporte.	A infraestrutura possui				
perspectiva do fluxo	dinâmica, porém		regras de manutenção				
de controle.	manual, da instância		da qualidade.				
	de um processo						
	através da adição,						
	remoção e						
	movimentação de						
	passos do processo.						

2.4. Análise e visão geral

A análise das principais propostas para adaptar processos dinamicamente, de acordo com os requisitos estabelecidos, permitiu observar que:

A representação de processos que apóie efetivamente a adaptação dinâmica, provendo maior flexibilidade, ainda se constitui um desafio. A flexibilidade relacionada à derivação das perspectivas (regras, papéis, sistemas, artefatos, informações, recursos) de um processo que devem ser adaptados e como efetivamente promover a adaptação

dinâmica em relação a cada perspectiva é um tópico em aberto. Ou seja, a adaptação dinâmica de processos envolve não só a adaptação do fluxo de controle, mas também elementos relacionados ao processo, tais como, regras de negócio, papéis, artefatos (insumos e produtos), sistemas e outros recursos.

- Em algumas situações, não é possível saber, em fase de desenho do modelo de processo, quais as possíveis necessidades de adaptação que podem surgir, nem como o processo deve se comportar nessas situações. As soluções existentes ainda não permitem que a flexibilidade possa ser totalmente estendida para além do tempo de desenho, o que requer uma infraestrutura inteligente de gerenciamento que trate as situações no exato momento em que elas surgem (Kumar e Narasipuram, 2006).
- A adaptação dinâmica de processos está sendo incorporada aos PAIS recentemente e ainda não se constitui uma realidade. Dessa forma, em algumas situações, as pessoas adaptam as instâncias de um processo fora do ambiente tecnológico que utilizam e inserem manualmente informações, às vezes díspares, para que o sistema complete a execução das suas atividades.
- Na adaptação do processo devem ser consideradas as circunstâncias que estão ocorrendo (Saidani e Nurcan, 2007), porém o entendimento sobre como estas circunstâncias afetam a adaptação de processos é limitado (Xu e Ramesh, 2008) e ainda não existe suporte tecnológico eficiente para isso (Jaufman e Münch, 2005);
- Não existe um direcionamento claro sobre como identificar os aspectos do negócio que influenciam no projeto e execução de processos. Snowdon et al. (2007) e Jablonski e Aalst (2000) já apontam para o fato de que pode existir uma grande quantidade e variedade de informações que demandam flexibilidade de diversas formas, que envolvem responder perguntas como, o que pode impactar na necessidade de adaptação de um processo, o que necessita ser adaptado, quais adaptações são possíveis e quando é possível realizá-las?

- A análise das situações que acontecem de forma recorrente pode servir de insumo para
 a análise de melhorias de processos, demandando alterações na estrutura dos processos.
 Novos padrões e regras podem surgir a partir das adaptações realizadas, porém não
 existe um suporte para análise das instâncias dos processos e em quais circunstâncias
 elas ocorreram.
- As propostas existentes não oferecem em sua totalidade o apoio à captura, armazenamento, raciocínio e reutilização das situações que surgem associadas à execução das atividades do processo como forma de identificar possibilidades de adequação dos processos às necessidades correntes e de formar uma base de conhecimento sobre os processos da organização.

Ainda que todas as questões apontadas na análise das propostas estudadas levantem diversas frentes de pesquisa, esta proposta de pesquisa está interessada em tratar as circunstâncias e aspectos do negócio que estão ocorrendo e que servem de insumo para identificar necessidades de adaptação nos processos em execução. À sistemática de tratamento dessas informações dá-se o nome de Gestão de Contexto, que será discutida no próximo capítulo.

3. GESTÃO DE CONTEXTO

Este capítulo discute a definição de contexto e sua relação com os processos de negócios. São apresentados os requisitos necessários e principais propostas existentes para a implementação de um ambiente de gestão de contexto.

3.1. Contexto

Contexto é um conceito interdisciplinar e possui interpretações em antropologia social, lingüística, filosofia, história e diversos outros domínios. Dilley (1999) discute a idéia de que os fenômenos sociais e culturais são interpretados em relação a uma referência, isto é, dentro de uma perspectiva e uma interpretação contextual. Neste sentido, "um objeto é colocado em contexto, conectado por relações com o seu entorno que sejam relevantes".

Dentro da Ciência da Computação, segundo Bazire e Brézillon (2005), existem definições (mais de 150) sobre o termo contexto que se diferenciam muito em função do domínio sobre o qual estão sendo tratados. Nesta tese, é adotada a seguinte definição: Contexto é uma descrição complexa do conhecimento compartilhado sobre circunstâncias físicas, sociais, históricas e outras dentro das quais ações ou eventos ocorrem (Brézillon, 1999).

A importância da contextualização de uma situação, que representa a combinação de circunstâncias (ações e eventos) que estão acontecendo em um determinado momento (WordNet, 2010), parece ser senso comum entre as pessoas. Consideramos uma informação como sendo contexto dependendo do que queremos contextualizar (Klemke, 2000), ou seja, o "foco." Portanto, formalizar a contextualização de uma situação, prover significado e explicação sobre ela, levanta importantes questões (Dilley, 1999, Rosemann et al., 2010, Vieira, 2008), tais como: O que de fato caracteriza um contexto? Como um contexto é definido e selecionado? Quem é responsável por mantê-lo? Como o contexto impacta na execução do trabalho das pessoas? Que variáveis (e possíveis valores) de um

processo têm impacto na identificação de contextos relevantes as suas instâncias? Como identificar quando um contexto está de fato acontecendo, caracterizando uma determinada situação? Como o contexto pode caracterizar a necessidade de mudanças nos processos?

Além disso, contexto visa tratar aspectos muitas vezes abstratos do ambiente de trabalho, cuja representação computacional pode não ser trivial. Por exemplo, pode-se citar a emoção provocada nas pessoas ao realizarem determinada atividade ou ao interagirem em uma reunião. A interpretação de contexto no mundo real é realizada de forma diferente para cada pessoa, mesmo quando estão envolvidas as mesmas informações. Isto acontece porque as pessoas interpretam as coisas, especialmente fenômenos sociais e culturais, a partir de uma referência interna própria (Dilley, 1999). É necessário chegar a um entendimento comum em relação à semântica das informações de contexto e das implicações na organização decorrentes da combinação realizada entre eles.

Esses questionamentos vão ao encontro de observações de Brézillon (1999), McCarthy (1993), Kokinov (1999), Vieira (2008) e Rosemann et al. (2008) cujo entendimento geral denota que:

- i) Contexto está sempre relacionado a um foco (outro contexto, uma tarefa, uma pessoa, uma coisa, etc..);
- ii) Contexto só é considerado relevante quando influencia o comportamento das pessoas, sistemas e ambiente e/ou é influenciado por eles. Esta influência pode acontecer quando o contexto denota um desvio das ações que são realizadas em relação aos objetivos definidos;
- iii) Contexto é um conceito complexo e de dimensão infinita e consiste da associação de informações, regras e proposições relevantes identificadas e capturadas no ambiente;
- iv) Nem todo contexto pode ser descrito de forma completa devido à sua complexidade, o que demanda a necessidade de uma simplificação da realidade complexa. No entanto, esta simplificação pode aumentar o grau de incerteza sobre a sua ocorrência;

v) Contextos identificados em uma determinada situação podem ser combinados formando um contexto comum entre eles;

vi) Contexto é essencialmente dinâmico.

Em função dessas características e do fato de existir um universo imenso de informações que podem ser caracterizadas como contexto, este trabalho utiliza o modelo proposto por Brézillon (2007) que trata a questão da relevância de contexto de acordo com o seu foco de atenção (Figura 8). Neste modelo, contexto é classificado em: Conhecimento Contextual (CK – Contextual Knowledge), Conhecimento Externo (EK – External Knowledge) e Contexto Proceduralizado (PC – Proceduralized Context).



Figura 8– Classificações de contexto de acordo com o foco (Brézillon, 2007)

De acordo com Brézillon (1999, 2007) e Brezillon e Pomerol (1999), um foco pode ser um passo na execução de uma tarefa ou em uma tomada de decisão, e é o que permite determinar quais elementos contextuais (CEs) devem ser instanciados e utilizados para compor um contexto.

A partir de um foco, o contexto pode ser classificado em CK ou EK. O conhecimento contextual (*Context Knowledge* - CK) é representado pelas informações contextuais que estão diretamente relacionados ao foco em questão. Já o conhecimento externo (*External Knowledge* - EK) é representado por aquelas que não possuem nenhuma relação com o foco.

O contexto proceduralizado (*Proceduralized Context* - PC) é composto pela combinação de CKs e EKs que são instanciados em um determinado momento. Este contexto é denominado contexto ativo que caracteriza uma situação dentro de um determinado foco.

Além disso, será utilizada a distinção de granularidade proposta por Vieira (2008) entre os conceitos: Elemento Contextual (CE – Contextual Element) e Contexto. Elemento contextual representa um dado, informação ou conhecimento que caracteriza alguma coisa dentro de um domínio. Um elemento contextual pode ser básico (de granularidade baixa e que normalmente representa um dado pontual) ou complexo (inferido através da combinação de mais de um CE) (Wang et al., 2004). Por exemplo, a localização de um equipamento, endereço de uma pessoa, temperatura, etc. Contexto, por outro lado, representa o conjunto de elementos contextuais (suas instâncias) que possuem algum tipo de ligação caracterizando uma situação em relação ao foco em questão.

Portanto, a identificação do contexto de uma atividade de um processo envolve a distinção de quais elementos contextuais a caracteriza. Estes elementos contextuais devem ser tratados e representados em um formato compreensível e aceitável no âmbito da organização.

Por exemplo (Figura 9), uma informação contextual relacionada a um sistema de guia turístico indica se o clima está quente ou frio no local onde o turista pretende ir. No entanto, os conceitos "frio" e "quente" não são inferidos apenas coletando a temperatura do ambiente. Outros fatores como localidade, data, hora e condições do tempo devem ser levados em consideração para derivar esta informação e devem estar representados de uma forma clara, unificada e não ambígua para que o sistema entenda que informações influenciam na decisão a ser tomada.

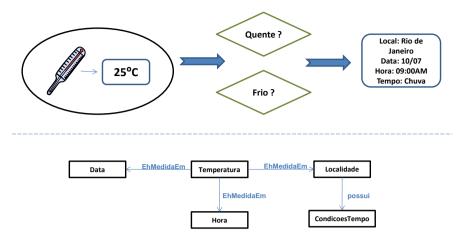


Figura 9 – Exemplo de representação de elementos contextuais

Tendo como base estes conceitos definidos e entendendo que para tratar contexto é necessário ter um foco de atenção sobre o qual a influência e importância das informações contextuais são percebidas, PC representa então as informações de contexto que de fato são relevantes para caracterizar uma determinada atividade no momento em que o processo está em execução e influenciar na identificação da necessidade adaptação do processo. É necessário então discutir o entendimento de contexto em relação a processos de negócio como um motor para apoiar a adaptação dinâmica de processos.

3.2. Contexto em processos de negócio

A motivação para a crescente importância da associação de contexto a processos está relacionada ao fato de que este provê uma forte relação de causa-efeito entre as demandas por flexibilidade em processos e os impactos quando da adaptação dos mesmos. Rosemann e Recker (2006) e (Rosemann et al., 2008, 2010) discutem processos de negócio orientados a contexto (context-aware business processes). Estes processos devem incorporar capacidades de monitoramento para observar e controlar informações de contexto e seus impactos nos processos em execução, e argumentam que identificar, documentar e analisar elementos contextuais (que possam levar a mudanças nos processos) é a base para o entendimento das inter-relações entre as mudanças no cenário ambiental de uma organização e o seu

processo. Os autores propõem integrar contexto na modelagem de processos, uma vez que o contexto impacta a estrutura do modelo de processo, e definem um metamodelo que considera a estrutura de um processo, seus objetivos e o contexto.

Soffer et al. (2010) propõem uma abordagem para o aprendizado e, gradualmente, a melhoria dos processos de negócio, considerando três elementos: caminhos do processo, contexto e objetivos. Assim como nesta pesquisa, os autores argumentam que o sucesso de uma instância de processo pode ser afetado não só pelo caminho efetivamente executado, mas também por condições ambientais, não controladas pelo processo. Essa abordagem de aprendizagem é baseada em uma base de experiência, incluindo os dados de instâncias de execução do processo: caminho real, o resultado alcançado, e informações de contexto.

Saidani e Nurcan (2007) discutem a relevância do contexto na modelagem de processos de negócio e propõem incluir na modelagem de processos a descrição do contexto de execução. Essa abordagem é baseada em quatro procedimentos: elicitação do contexto, categorização do contexto, adaptação do contexto e mensuração, e instanciação de processos de negócios. Eles propõem uma taxonomia das informações de contexto mais comuns (localização, tempo, recursos e organização) para apoiar a fase de elicitação.

É importante capturar as relações entre diferentes instâncias de processos através de seus contextos para que haja um melhor entendimento das semelhanças e diferenças entre elas e como elas surgem. Isto também está relacionado com discussões existentes sobre a ambiguidade entre procedimentos e práticas (Brézillon, 2007). As pessoas seguem procedimentos estabelecidos, porém às vezes realizam desvios no fluxo normal, normalmente embasadas por "boas razões".

Em comum, todos esses trabalhos consideram importante a associação do conhecimento contextual com as atividades de um processo como forma de facilitar o seu reuso. Segundo Rosemann et al. (2008), "A identificação precoce de alterações no contexto aliado ao conhecimento sobre quais tipos de mudanças no processo são necessárias leva ao

um aumento da flexibilidade do processo, diminuição do tempo de reação e melhoria da gestão de riscos".

3.3. Abordagens para automação da gestão de contexto

A gestão de contexto (GC), de uma maneira geral, envolve a definição de modelos e sistemas para apoiar a aquisição, manipulação e manutenção de um repositório de elementos contextuais associados a artefatos. Como forma de ampliar o conhecimento sobre o trabalho que é realizado, GC constitui uma tarefa de difícil realização. "Para ampliar a percepção é necessário explicitar o conhecimento contextual, representá-lo de maneira uniforme, organizá-lo e torná-lo acessível a todos os envolvidos, proporcionando uma visão geral, porém contextualizada dos fatos" Nunes (2007).

Dentre os desafios para se projetar um sistema de gestão de contexto, independente do seu uso, destacam-se (Chen et al., 2004, Vieira, 2008): (i) a caracterização dos elementos contextuais para uso na aplicação e a sua representação em um modelo semântico; (ii) a identificação de elementos contextuais relevantes na caracterização das situações que ocorrem; (iii) a aquisição dos ECs a partir de fontes heterogêneas (e.g. sensores físicos, bases de dados, agentes e aplicações); (iv) o processamento (context reasoning) e interpretação dos ECs adquiridos onde o nível de confiabilidade pode ser baixo; (v) a disseminação e compartilhamento (context sharing) dos ECs entre diferentes aplicações; (vi) evolução das definições de contexto de acordo com o histórico de processos realizados e objetivos e metas da organização.

Além desses, outros requisitos também devem ser considerados como o tratamento da qualidade da informação contextual processada (Zimmer, 2006), o tratamento de questões como segurança, privacidade, e desempenho do sistema e ainda questões associadas ao tratamento de incertezas (Ranganathan et al., 2004)

Quando se trata do uso de contexto na adaptação dinâmica de processos, surgem ainda outros desafios:

- Identificação das características de um processo que são afetadas, e por consequência,
 quais as adaptações necessárias (comportamentos adequados). Elas podem envolver a
 adaptação do fluxo, regras de negócio, papéis, artefatos, recursos e/ou sistemas.
- Inconsistências que surgem ao alterar partes de um processo que já se encontra em
 execução e, portanto, o sistema de gestão de contexto deve obter este conhecimento e
 levá-lo em consideração ao sugerir ou realizar a adaptação de um processo.
- A adaptação do processo pode ainda representar um risco adicional à integridade de sistemas, pois erros podem ser mascarados ou adiados e tornar mais desafiadora a sua aderência à realidade de atuação das pessoas.
- Algumas situações podem surgir em estágios do processo onde a intervenção humana é necessária, ou ainda, não existe uma proposta de adaptação que o sistema de GC consiga realizar.
- Ao identificar uma necessidade de adaptação é importante também identificar o momento de apresentar esta necessidade aos executores do processo e de realizar a adaptação, de forma a não impactar na sua execução.

Portanto, de forma geral, como resultado do desenvolvimento de um ambiente de GC para adaptação de processos de negócio, podem ser oferecidos serviços como: (1) assistência na execução da tarefa sendo realizada como, por exemplo, alertar o usuário sobre ações que ele deve executar para alcançar seus objetivos, ou recomendar recursos existentes relacionados à tarefa; (2) percepção do contexto, que se refere a notificar o usuário sobre situações, pessoas e interações do seu interesse, relativos à tarefa em execução, apoiando-o a coordenar suas próprias ações; (3) adaptação, ou variação do comportamento do processo (em resposta a adaptação de uma regra de negócio, perfil executor ou procedimento de trabalho), respondendo de forma oportuna às mudanças

ocorridas no ambiente e às ações e definições dos usuários; (4) apresentação e disseminação das adaptações realizadas no processo aos participantes e (5) outros serviços, como o uso do contexto para enriquecer semanticamente o conhecimento manipulado no processo.

Tendo como base os desafios apontados, as pesquisas que propõem infraestruturas de gestão de contexto foram analisadas de acordo com os seguintes aspectos:

- Objetivo de uso
- Tipo de arquitetura (middleware, frameworks e agentes)
- Modelo de GC (widget, networked service e blackboard)
- Forma de identificação de elementos contextuais relevantes
- Forma de caracterização e representação dos elementos contextuais
- Mecanismo de captura de elementos contextuais
- Forma de processamento dos elementos contextuais capturados para identificar contexto
 - Tratamento da qualidade, inconsistências e baixo nível de confiabilidade das informações.
- Forma de disseminação e compartilhamento de informações
 - Formas de disseminação das informações coletadas e processadas entre os diversos sistemas e agentes envolvidos na execução do processo
 - Formas de disseminação das informações para os executores do processo
- Formas de adaptação do processo disponíveis
 - Notificação de informações de interesse e relacionadas a situação vivenciada.
 - Adaptação do comportamento do processo em diversos níveis de granularidade
 - Possibilidade de adaptação manual
 - Identificação de impactos no processo na tomada de decisão de adaptação.
 - Possibilidade de comunicação com a ferramenta de adaptação de processos

• Forma de tratamento da evolução das definições de contexto e regras de inferência

As propostas descritas na literatura não têm como objetivo principal tratar a adaptação dinâmica de processos, e sim a adaptação dinâmica de sistemas baseada em contexto. Sistemas sensíveis ao contexto são aqueles capazes de adaptar suas operações ao contexto corrente sem intervenção explícita do usuário (Baldauf et al., 2007). Ou seja, a sensibilidade ao contexto é o estado onde um dispositivo ou um programa está consciente do ambiente, isto é, consegue percebê-lo e atuar em funções produtivas automaticamente, sem a necessidade de um controle externo explícito (Gatti, 2009).

No entanto, as propostas selecionadas foram avaliadas para identificar sua adequação e possibilidades de evolução no tratamento da adaptação dinâmica de processos. As propostas analisadas foram:

	Abordagem	Referências
1	CoBrA	(Chen et al., 2004)
2	A-CoBrA	(Gatti, 2009)
3	SOCAM - Service Oriented Context Aware	(Gu et al., 2005)
	Middleware	
4	Context Toolkit	(Dey et al., 2001)
5	CASS - Context-awareness sub-structure	(Fahy, 2002)
6	Hydrogen	(Hofer et al., 2003)
7	Cortex	(Blair et al., 2000)
8	Gaia	(Ranganathan e Campbell, 2003)
9	ACAI - Agent-Based Context-aware	(Khedr, 2005)
	Infrastructure	
10	Context Management Framework (CMF)	(van Kranenburg et al., 2006)

A análise destas propostas encontra-se detalhada no Anexo I deste documento. Serão apresentados nesta seção um resumo do objetivo, forma de captura, processamento e raciocínio de contexto e análise sobre possibilidades de evolução para adaptação de processos.

Percebe-se que existe uma evolução das abordagens propostas em relação à ampliação da visão e melhoria das tecnologias envolvidas na aquisição (com a separação da

aquisição de elementos contextuais do seu tratamento, permitindo maior independência e pró atividade na captura de dados em diferentes formatos e por diferentes mecanismos), representação e manipulação (com a evolução da semântica de representação de contexto o que permite o aumento de inteligência computacional na manipulação e raciocínio das informações) e manutenção (com o estabelecimento de mecanismos de armazenamento, recuperação e aprendizado) de contexto (e que se iniciaram com abordagens de primeira geração como *Intelligent Room*, *The Active Badge Location System*, *Cyberguide*, etc) culminando nas abordagens mais recentes que, além de focarem em aspectos ainda não tratados nas abordagens anteriores, estendem/otimizam sua utilização.

Considerado como segunda geração, Context Toolkit é um dos primeiros frameworks utilizado no desenvolvimento de sistemas sensíveis a contexto através do uso de componentes de software reutilizáveis, porém, apesar de representar um avanço no que tange o estabelecimento de parte da arquitetura ponto-a-ponto, a representação de contexto através de tuplas atributo/valor torna os mecanismos de raciocínio de difícil utilização dada sua simplificação pois aumentam o esforço de programação para processamento inteligente de contexto. Além disso, não é possível a detecção automática de sensores remotos, fazendo com que aplicações devam já conhecer o host e a porta onde o componente está sendo executado (Hofer et al., 2003).

Outro framework, de segunda geração (Baldauf et al., 2007), é o Hydrogen baseado em uma arquitetura em 3 camadas e que utiliza modelo de contexto orientado a objetos. Apesar de tratar níveis mais complexos de abstração de contexto, Hydrogen somente faz uso de sensores locais, construídos no contexto de um dispositivo, e não se conecta com sensores distribuídos tornando inviável a descoberta de novos mecanismos. Ainda, assim como outras abordagens, *middlewares* que focam unicamente na aquisição e provimento de contexto impõem esforço computacional adicional a dispositivos e aplicações sensíveis a contexto.

Cortex e Gaia são propostas similares, utilizando uma arquitetura centralizada, para apoiar o desenvolvimento de sistemas (através do provimento de serviços) sensíveis a contexto em um ambiente móvel sem fio.

CASS é considerada também abordagem de segunda geração, mas já caminha para as chamadas abordagens de terceira geração. Este framework possui uma arquitetura centralizada onde existem sensores unitários e reutilizáveis que tornam a tarefa de sentir e coletar dados do ambiente, transparente para o usuário assim como CoBrA e SOCAM porém a representação de contexto não permite riqueza de informações, como em CoBrA e SOCAM.

ACAI, considerado de terceira geração, visa fornecer uma infraestrutura de apoio à execução de aplicações multi-agentes sensíveis a contexto. ACAI, apesar de centralizar a negociação de contexto, tem suas funções distribuídas entre diversos agentes, tornando a arquitetura menos sobrecarregada. Existem agentes que capturam informações brutas no ambiente e a disponibilizam a outros agentes que interpretam essas informações e decidem acões.

Context Management Framework é uma arquitetura centralizada que provê informações de contexto de baixa e alta complexidade, tratando incertezas através do uso de redes bayesianas. A decisão de adaptação fica a cargo de cada sistema sensível a contexto que recebe o contexto solicitado.

Context Broker Architecture (CoBrA) é uma arquitetura centralizada baseada em agentes para o suporte a sistema pervasivos e sensíveis a contexto em espaços inteligentes onde é possível a implementação de agentes, serviços e dispositivos que exploram informações de contexto nesses espaços. A arquitetura foi projetada considerando quatro aspectos principais: a forma de representar as informações de contexto, como possibilitar o compartilhamento dessas informações, como permitir a inferência de novos dados e como proteger a privacidade do usuário.

CoBrA prevê o uso de um modelo comum para representação de contexto baseado em ontologias, recebe elementos contextuais de agentes e é capaz de inferir elementos contextuais de maior complexidade a partir da combinação de elementos de menor complexidade (através de dedução lógica baseada na semântica da ontologia e regras de dedução), além de detectar e corrigir inconsistências, porém não incertezas, nestes elementos recebidos.

O uso de agentes nesta arquitetura fornece abstrações necessárias para o desenvolvimento de inteligência distribuída, pois: permitem interatividade entre mecanismos sensores e atuadores na realização da adaptação; em geral podem ser implementados de forma mais leve e operar em ambientes com recursos computacionais limitados (Khedr e Karmouch, 2004) além de permitir a decomposição da aplicação em tarefas menos complexas facilitando sua distribuição (Jennings e Wooldridge, 2000), o que aumenta a mobilidade entre dispositivos, caso necessário.

Um agente de software é um processo autônomo capaz de reagir e iniciar mudanças no seu ambiente, possivelmente em colaboração com usuários e outros agentes (Jennings e Wooldridge, 2000). Uma arquitetura orientada a agentes é mais vantajosa que uma orientada a serviços, pois um agente além de encapsular o comportamento de um serviço, possui comportamento autônomo, cooperativo e pró-ativo.

Entretanto a construção de CoBrA está fortemente acoplada aos comportamentos específicos do domínio utilizado como teste (domínio de reuniões) o que limita sua extensão para soluções em domínios diferentes. Além disso a arquitetura foi totalmente acoplada ao comportamento de um agente, o que limita a sua utilização em soluções que não são baseadas em agente, ou sejam, não utilizem JADE como API de desenvolvimento e comunicação de agentes.

Uma evolução proposta para CoBrA é o A-CoBrA (Gatti, 2009) que é a Arquitetura CoBrA baseada em agentes para apoiar sistemas sensíveis a contexto na gestão de conhecimento em processos de trabalho baseado no contexto destas atividades. CoBrA foi refatorado e especializado para associar a captura de contexto a uma atividade em execução. Desta forma o módulo de *reasoner* de contexto de atividade realiza inferências para recuperar informações úteis que tenham sido manipuladas em contexto similares na mesma atividade.

SOCAM (Service-Oriented Context-Aware Middleware) é um middleware para construção de serviços móveis sensíveis a contexto. O desenvolvimento de SOCAM foi realizado após a proposta de CoBrA e, portanto, se propõe a tratar alguns aspectos não tratados por este como foco na performance de resposta do raciocínio utilizando ontologias em sistemas pervasivos e características de contexto como classificação e dependência, sendo esta última relacionada diretamente com o tratamento de probabilidades através do uso de redes Bayesianas.

Sua arquitetura é centralizada e tem como componentes centrais o Interpretador de Contexto que interage com os provedores (serviços físicos ou virtuais) de contexto e as bases de contexto para fornecer informações para o serviços móveis e para seu serviço de localização de serviços, e o *Reasoner* de contexto que é responsável por manipular as ontologias de contexto para realizar o raciocínio.

3.4. Análise

A partir da análise das principais propostas para realizar gestão de contexto no apoio a sistemas sensíveis a contexto permitiu-se observar, em relação as necessidades de um solução de GC no apoio a adaptação dinâmica de processos, que:

• Em sua maioria, as abordagens estudadas centralizam os mecanismos de inferência e raciocínio para identificação de contexto, além de centralizarem também o seu armazenamento. Estas soluções podem, no entanto, se tornar gargalo em se tratando

de um ambiente onde existem diversos sistemas distribuídos, porém facilitam a gestão e raciocínio das informações.

- A captura de contexto deve ser sempre separada do seu raciocínio/uso de modo a aumentar a extensibilidade de uso do mecanismo de captura e do seu reúso (Baldauf et al., 2007).
- As arquiteturas pra gestão de contexto podem ser implementadas de diversas formas, porém o método e infraestrutura (sensores, agentes, etc) utilizados para capturar elementos contextuais são importantes na definição do estilo arquitetural (Baldauf et al., 2007), pois vão definir o tipo e formato de dado e informação em estado bruto que serão tratados.
- É importante notar que, por não ser necessário um controle explícito, os mecanismos de captura do contexto, armazenamento e processamento devem ocorrer em background de forma que o usuário (do sistema, neste caso traduzido para o executor do processo) e suas tarefas principais sejam o foco e não as questões técnicas da sensibilidade ao contexto (Gatti, 2009).
- É necessário capturar/adquirir elementos contextuais (low-level context information)
 diretamente do ambiente de trabalho. Neste sentido um desafio ainda em voga está relacionado à como coordenar os diversos mecanismos de captura e recuperação de contexto em ambientes heterogêneos.
- Nem todo mecanismo de captura é capaz de coletar todo e qualquer elemento de contexto disponível no ambiente, assim como também não é possível identificar toda e qualquer informação de contexto existente de forma automática.
- Deve ser possível realizar raciocínios para identificar contextos complexos (high-level context information) através da combinação de informações adquiridas no ambiente. O

desafio está em propor formas de representar cenários do mundo real em termos de regras computacionalmente interpretáveis (Singh e Conway, 2006).

- Contextos complexos geralmente não podem ser capturados diretamente do ambiente. Um exemplo de contexto complexo é identificar o acontecimento de uma reunião. O número de pessoas, local e nível de ruído podem ser interpretados e combinados para identificar essa informação. Um desafio neste sentido está na incerteza em detectar a ocorrência de um contexto baseado em função da observação, algumas vezes parcial, que é possível realizar no ambiente (Allen-Williams e Jennings, 2010).
- O uso de linguagens de representação declarativas facilita a interpretação e a adaptação dos processos (através de alteração nos códigos, por exemplo) (Chen et al., 2004).
- É necessário prover um modelo de elementos contextuais centralizado que pode ser compartilhado por sistemas, equipamentos, agentes e serviços que se encontram no ambiente no trabalho e que represente informações relevantes ao cenário real da organização.
- É necessário detectar e resolver inconsistências entre as informações de contexto coletadas e/ou interpretadas, pois em cenários reais ambigüidades e incertezas são características comuns (Singh e Conway, 2006).
- Não se podem ignorar questões relacionadas às políticas de privacidade dos contextos que envolvem informações diretamente relacionadas às pessoas.
- É necessário manter a integridade das regras de raciocínio para identificação de necessidades de adaptação e de tomada de decisão da adaptação que será realizada.
- É necessário manter definições para inferência de contexto e regras de adaptação constantemente atualizadas. Transpondo esta questão para processos executados em uma organização, contexto está em constante mudança e é necessário verificar continuamente a validade dessas informações baseado na execução de atividades em

contextos iguais ou similares (a questão da similaridade também representa um desafio na área) e aderência as necessidades e objetivos da organização.

A detecção da necessidade de adaptação de um processo e decisão sobre qual é a adaptação necessária e quando deve ser realizada deve ser realizada em tempo hábil e torna-se um ponto tão ou mais sensível quando comparado a adaptação de sistemas baseados em contexto, dada a natureza estratégica e organizacional dos processos de negócio. Além disso, deve ser possível realizar a adaptação de forma automática quando necessário. A tomada de decisão, também representa um desafio, uma vez que o sistema de GC deve ter uma orientação sobre qual o melhor caminho o processo deve tomar diante do acontecimento de um contexto específico.

No próximo capítulo será descrita a proposta de visão geral do ciclo de vida de gestão de contexto para adaptação dinâmica de processos e o projeto da arquitetura que o suporta, bem como a proposta de solução para parte desta arquitetura no qual esta tese pretende atuar.

4. PROPOSTA DE GESTÃO DE CONTEXTO NO APOIO A ADAPTAÇÃO DINÂMICA DE PROCESSOS

Este capítulo apresenta a proposta da tese para o apoio à adaptação dinâmica de processos baseada em contexto. A abordagem é descrita em um nível macro que compreende a visão geral da solução e em seguida detalhada nos aspectos que serão trabalhados ao longo do seu desenvolvimento.

4.1. Modelo de GC para adaptação dinâmica de processos

Esta proposta de tese descreve, através da Figura Rica (Avison et al., 1992) apresentada na Figura 10, a visão do ciclo de captura, armazenamento, raciocínio e recuperação de conhecimento contextual, com foco na adaptação dinâmica de processos. Este modelo foi proposto inicialmente de acordo com os trabalhos publicados em (Nunes et al., 2007, 2006, 2009, Nunes, 2007) e evoluído em (Nunes, 2011, Nunes et al., 2011a, 2010, 2011b) para adotar uma abordagem orientada a objetivos.

Processos de negócio e objetivos são intrinsecamente interdependentes (Soffer e Wand, 2005). Processos de negócio são a forma como o aspecto comportamental é tratado para organizar o trabalho e os recursos com foco no alcance de metas segundo estratégias estabelecidas. Propõe-se, nesta pesquisa, a identificação de adaptações que maximizem o alinhamento da instância do processo aos objetivos da organização, levando em consideração a situação que se caracteriza.

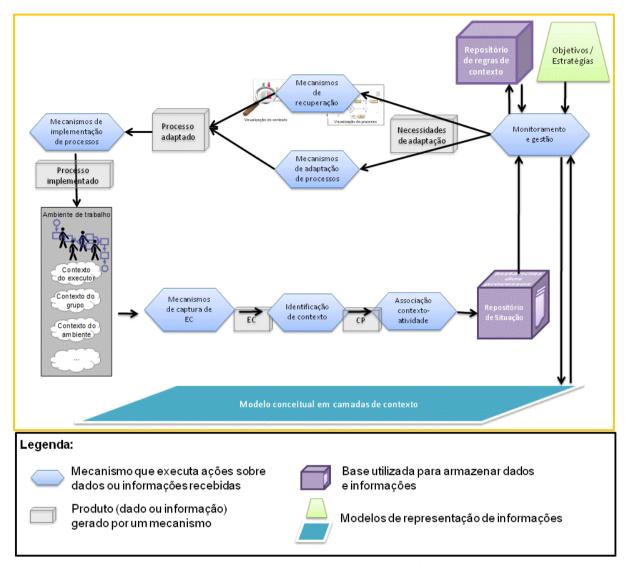


Figura 10 - Modelo de gestão de contexto para adaptação dinâmica de processos

O modelo incorpora cinco aspectos da Gestão de Contexto no apoio à adaptação dinâmica de processos:

- Identificação e representação de elementos de contexto das atividades do processo;
- Captura de elementos de contexto;
- Identificação e armazenamento de situações;
- Monitoramento e adaptações nos processos; e
- Implementação e apresentação de adaptações.

4.1.1. Identificação e representação de elementos de contexto

A gestão de contexto é apoiada por um "Modelo Conceitual de Contexto", destacado na Figura 11, que representa todas as informações que são manipuladas ou são relevantes para serem monitoradas durante a execução dos processos de um determinado domínio. Para definir o modelo de contexto, é necessário formalizar os conceitos relacionados a contexto, processos de negócio, e o domínio no qual devem ser realizadas análises importantes em relação aos processos de negócio. Para isso, duas ações estão em andamento: (i) proposta de representação de contexto em um modelo formal; e (ii) proposta de um método para elicitação de elementos de contexto relevantes a um determinado domínio de uma organização.

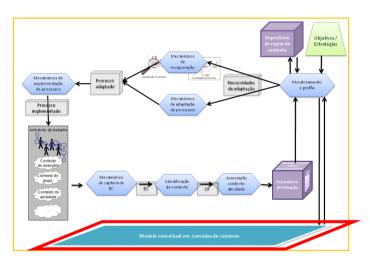


Figura 11 – Identificação e representação dos ECs

A pesquisa de Mattos (2011) propõe o estabelecimento de relações formais entre conceituações que implicam no entendimento de contexto e como ele se relaciona com processos de negócio e com o domínio de aplicação. Essas relações são apresentadas através do uso de modelos conceituais, estruturados em camadas conforme apresentado na Figura 12. A primeira camada define os conceitos de contexto, independente do domínio. A segunda camada está relacionada com os conceitos de processos de negócio, que tornam

evidente os elementos de processo como elementos contextuais, considerados na análise da necessidade de adaptação do processo. Finalmente a terceira camada compreende o modelo conceitual de um domínio cujos conceitos compõem os elementos contextuais específicos do mesmo. Esta abordagem provê diferentes níveis de abstração e torna mais flexível o tratamento de elementos contextuais.

Considerando a primeira camada, os seguintes conceitos relacionados a contexto foram identificados:

- Entidade Contextual: Representa as entidades (pessoa, lugar, objeto, usuário e aplicação)
 que devem ser consideradas na manipulação do contexto. É caracterizada por, pelo menos, um Elemento Contextual.
- Elemento Contextual (EC): Representa uma propriedade usada para caracterizar uma Entidade Contextual. É a unidade básica do modelo, identificado por um conjunto de atributos e relacionamentos associados a uma entidade.
- Fonte de Contexto: Representa as formas como os valores de elementos contextuais
 podem ser originados a partir de origens heterogêneas e externas (interfaces de diálogo
 com o usuário, sensores físicos, sensores de desktop, etc.).
- Aquisição: Representa a forma como a captura do elemento contextual ocorre. Esta associação indica e parametriza o relacionamento entre um Elemento Contextual e uma Fonte de Contexto.
- Foco: É o que permite determinar os elementos contextuais relevantes para serem usados na composição do contexto. Definido como uma composição de uma Tarefa e um Agente.
- Regra: Afirmativa de lógica de programação que especifica a execução de uma ou mais ações quando suas condições definidas forem atendidas.
- Tarefa: Representa a atividade a ser executada, que comporá o Foco.

- Agente: Representa o executor de uma Tarefa, que pode ser uma pessoa, um grupo de pessoas, um processo ou um agente de software.
- Papel: Representa a função que um Agente desempenha enquanto executa uma Tarefa.
- Relevância: Representa a importância de um Elemento Contextual para um Foco, de modo a compor a situação.
- Situação: Representa o conjunto de Elementos Contextuais necessários para a tomada de decisão. Uma situação pode ser percebida através da identificação de uma tendência seguida pela instância dos processos ou pode representar uma condição que já está acontecendo.

Os conceitos de processo são apresentados na segunda camada e se encontram descritos em (Nunes et al., 2009). Os conceitos do domínio fazem parte da terceira camada e devem ser descritos no momento da implementação da abordagem de gestão de contexto na organização. Como exemplo, na Figura 12, é apresentado um modelo parcial do domínio de Controle de Tráfego Aéreo.

Para tornar os elementos contextuais artefatos computacionalmente processáveis, é necessário representá-los em uma linguagem formal que deve ser simples, extensível e expressiva o suficiente para ser capaz de representar o mundo real e genérica o suficiente para ser capaz de se adaptar às mudanças do domínio. Desta forma, permite-se que mecanismos de raciocínio lógico possam ser usados para checar a consistência das informações de contexto, possam realizar comparações com outros elementos contextuais e possam inferir novos elementos contextuais mais complexos a partir dos ECs existentes (Nunes et al., 2007). Ontologias estão sendo utilizadas para representar elementos contextuais (Nunes et al., 2009), apesar de outras linguagens estarem sendo consideradas.

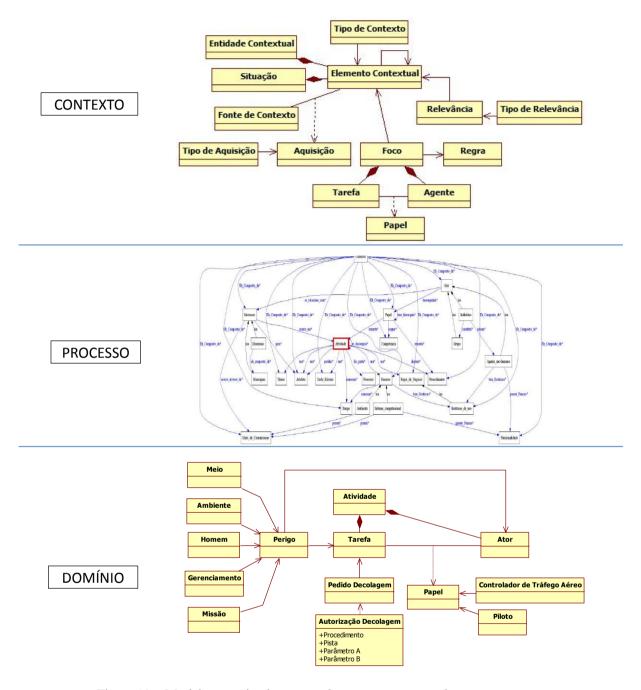


Figura 12 – Modelo conceitual em camadas para tratamento de contexto

Para identificar os ECs que caracterizam uma situação sobre as instâncias dos processos, é necessário determinar sua relevância para a organização. Vários tipos de informações contribuem com o contexto, e esta pesquisa foca no tratamento da relevância de cada elemento contextual através da análise de alinhamento dos processos aos objetivos da organização.

Levando em consideração que cada processo deve atingir um (ou mais) objetivos, Rosemann et al. (2008) utilizam a orientação a objetivos no apoio à identificação de contextos relevantes aos processos de uma organização. Além disso, propõem um framework para classificar contexto de acordo com quatro tipos relacionados entre si em camadas concêntricas, através de um modelo em formato de cebola (*onion model*). Este modelo apresenta as inter-relações entre uma organização e o ambiente interno e externo a ela e como essas inter-relações afetam a complexidade e a dinâmica dos processos de negócio.

A pesquisa de Anastassiu (2011) propõe um método, a partir dos trabalhos de Rosemann e Recker (2006) e Rosemann et al., (2008, 2010) que possibilita a ampliação da percepção sobre os elementos de contexto interno relevantes (baseando-se nas duas camadas mais internas propostas pelos autores), de um processo de negócio de qualquer domínio. Nesta visão, o conhecimento proceduralizado (PC) (Brézillon e Pomerol, 1999) contém os elementos de contexto que são relevantes para monitorar e verificar a aderência dos processos aos objetivos e metas definidos pela organização.

4.1.2. Captura de elementos de contexto

A captura dos elementos contextuais está diretamente associada à forma como este se apresenta no ambiente e como a atividade está sendo realizada. De forma manual, semi ou totalmente automatizada, os "mecanismos de captura de EC" (Figura 13, item a) coletam elementos contextuais, em formato original, no momento e de acordo com a configuração de cada mecanismo. Por exemplo, um mecanismo identifica o elemento contextual no momento do seu surgimento (um sensor que identifica a existência de cinco pessoas em uma mesma sala), ou manualmente um ator do processo registra algum acontecimento (por exemplo, assuntos discutidos em uma reunião e decisões tomadas) (Nunes et al., 2007).

Existem questões relacionadas à forma como os mecanismos de captura estão acoplados ao ambiente e como influenciam na execução das atividades (Figura 13, item b). A coleta de elementos contextuais não deve onerar o trabalho realizado pelas pessoas. Além disso, os mecanismos de captura devem ser capazes de transformar o dado bruto em dado processável pela infraestrutura tecnológica que dá suporte ao ambiente de gestão de contexto, evitando imputar esse esforço aos sistemas de aplicação que apóiam a execução dos processos.

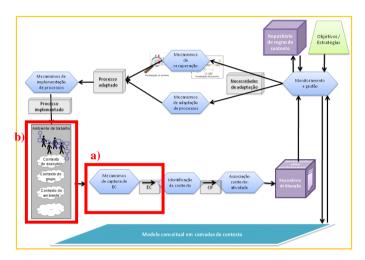


Figura 13 – Captura de ECs

4.1.3. Identificação e armazenamento de situações

Uma ou mais situações podem ser identificadas a partir da combinação de valores de elementos de contexto capturados e combinados entre si (Figura 14 item a). É necessário agregar elementos contextuais através do uso de regras de definição de situações, utilizadas por raciocinadores. Um exemplo de situação inferida é a identificação da realização de uma reunião através da combinação de informações sobre o número de pessoas presentes, o local onde estas pessoas estão e o nível de ruído deste local.

Após sua identificação, o contexto deve ser associado à atividade (parte de uma atividade ou várias) do processo ("Associação do contexto à atividade" representado na Figura 14, item b), de forma a caracterizar a sua ocorrência. Esse par contexto-atividade é

armazenado no "Repositório de situações" (Figura 14, item c) formando uma "base de experiências".

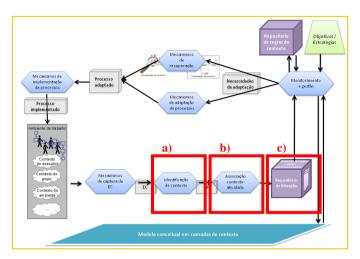


Figura 14 – Identificação e armazenamento de situações

4.1.4. Monitoramento e adaptações nos processos

Este aspecto (destacado na Figura 15) é o responsável por fazer o ciclo de gestão de contexto acontecer e é composto por mecanismos capazes de:

 Identificar mudanças no contexto de execução do processo, sugerindo adaptações relevantes baseadas nas regras de adaptação existentes e alinhamento aos objetivos dos processos;

Existem situações cuja análise em relação aos objetivos dos processos impactam na seleção de múltiplas regras de adaptação, que visam atingir objetivos distintos em detrimento de outros. Torna-se necessária uma análise da intenção de cada regra em relação aos objetivos, para decidir como adaptar o processo e quais as conseqüências considerando os objetivos em sua totalidade.

 Identificar evolução no "Modelo conceitual em camadas de contexto", o que demanda análise e evolução do "Repositório de regras de contexto" em relação a novos conceitos, relacionamentos e restrições nas camadas de processos de negócio e do domínio.

- Identificar mudanças nos "Objetivos / Metas" da organização, o que demanda análise e evolução do "Repositório de regras de contexto", para que se mantenham aderentes aos mesmos.
- Evoluir o "Repositório de regras de contexto" baseado no aprendizado das instâncias dos processos executados. Mudanças podem gerar novas regras de adaptação e regras de definição de situação, alterar ou excluir regras existentes. Além disso, adaptação manual pode também causar mudanças no repositório de regras, através da adição de novas situações e adaptações não identificadas anteriormente.

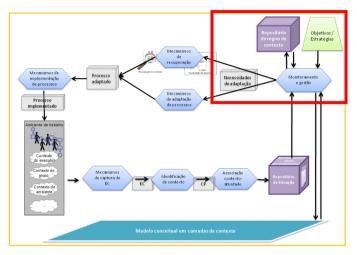


Figura 15 – Monitoramento e adaptações nos processos

4.1.5. Implementação e apresentação de adaptações

Para cada necessidade de adaptação identificada, mecanismos automáticos podem decidir a adaptação mais adequada à situação ("Mecanismo de adaptação de processos" na Figura 16, item a) e implementá-la no processo em execução através de "Mecanismos de implementação do processo adaptado" (Figura 16, item c). De outra forma, mecanismos de recuperação podem notificar os responsáveis pela execução do processo, sugerindo adaptações relevantes à situação apresentada ("Mecanismos de recuperação" na Figura 16 item b), através de mecanismos de visualização.

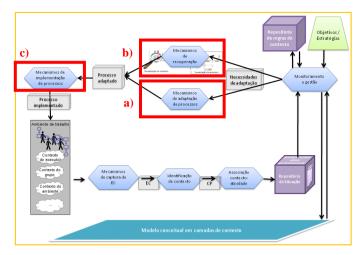


Figura 16 – Implementação e apresentação de adaptações

Para apoiar computacionalmente este ciclo de gestão de contexto, será apresentado na próxima seção o modelo de arquitetura para adaptação dinâmica de processos baseada em contexto proposto.

4.2. GCAdapt - Sistema de Gestão de Contexto para Adaptação Dinâmica de Processos

A Figura 17 apresenta a proposta de arquitetura para implementação do ciclo de vida de gestão de contexto. Essa infraestrutura atua como um servidor central de contexto que apóia todo o ciclo para a adaptação dinâmica de processos. A lógica do motor de raciocínio de contexto é implementada separada da infraestrutura tecnológica (PAIS) que apóia o processo em execução. Dessa forma, os PAIS se tornam menos rígidos e mais facilmente mantidos, permitindo que mantenham o foco no apoio à execução do processo. A proposta trata de uma arquitetura orientada a agentes, pois fornece abstrações necessárias para o desenvolvimento de inteligência distribuída, permite interatividade entre mecanismos de captura e de implementação, possuindo comportamento autônomo e pró-ativo (Gatti, 2009).

A arquitetura possui quatro componentes principais chamados: Agregador, Mediador, Tratador e Atuador. Ela também faz interface com uma série de mecanismos de captura de ECs e de PAIS que variam de acordo com o ambiente da organização, processos e tipo de elementos contextuais considerados.

- O Agregador é alimentado por agentes inteligentes e autônomos responsáveis pela captura de elementos de contexto (representado pelos "Mecanismos de captura de EC"). Ele é composto por um mecanismo de identificação de situações a partir da combinação dos valores dos elementos de contexto e a associação desta situação à atividade que está sendo executada.
- O Mediador atua na inferência de contexto para a identificação de necessidades de adaptação.
- O Tratador é responsável por manter as definições de situação e as regras de adaptação de processos baseadas em contexto em um repositório de regras de contexto. O repositório de situações é responsável por manter o modelo de elementos contextuais e as instâncias de processos associadas à caracterização de contexto durante sua execução.
- O Atuador é composto por mecanismos que apresentam o resultado da mudança do contexto, informando a necessidade de adaptação e sugerindo ou realizando adaptações do processo de forma automática. Os "Mecanismos de implementação" são alimentados por essas demandas e realizam as alterações do processo no ambiente de trabalho.

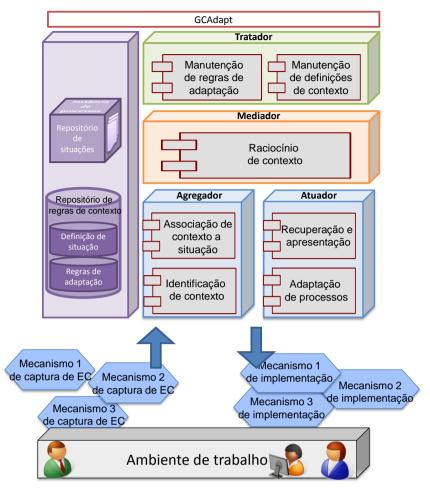


Figura 17 - Proposta da arquitetura de gestão de contexto para adaptação dinâmica de processos

Pretende-se implementar esta solução (Sistema de Gestão de Contexto para Adaptação Dinâmica de Processos - GCAdapt) a partir da extensão da arquitetura em camadas orientada a agentes proposta por Gatti (2009), Gatti et al. (2010), baseada em Chen (2004).

Cada componente é especificado através de um diagrama de atividades da UML que detalha seu funcionamento.

4.2.1. Mecanismos de Captura e Agregadores

O ambiente de trabalho é monitorado por agentes de captura de ECs (elementos de contexto) especificados para cada atividade e são responsáveis pela sua captura em formato original (que pode estar disponibilizado em diferentes formatos). Estes agentes podem estar constantemente monitorando um determinado EC, ou realizando checagens de forma

programada. Podem usar diferentes tecnologias e níveis de interação com as pessoas, dependendo do tipo e fonte do EC. Uma vez que os elementos contextuais são artefatos dinâmicos, a arquitetura deve ser flexível para permitir o acoplamento de diferentes mecanismos que podem capturar ECs em diferentes formatos e mídias. Para que ocorra a comunicação entre os diferentes agentes e o GCAdapt, os agentes seguem o padrão de comunicação FIPA (Odell, 2011).

Portanto, os mecanismos de captura também são responsáveis por transformar o elemento contextual capturado (dado bruto) em EC computacionalmente interpretado pelo GCAdapt. É desejável que os executores dos processos não sejam sobrecarregados com tarefas de registro manual de ECs (através de agentes manuais ou que requeiram grande interação com os mesmos). A noção de tempo também é importante, pois valores de ECs podem variar durante a execução do processo e estão associados a um momento específico de sua execução.

Sendo assim, a Captura compreende um conjunto de atividades, apresentado na Figura 18.

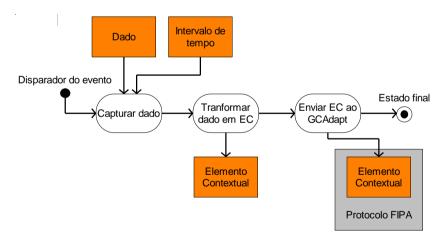


Figura 18 – Diagrama de atividades que descreve as ações dos mecanismos de captura de EC.

Como exemplo, suponha um sensor programado para monitorar uma sala quando a luz está acesa, através de uma câmera. Em determinado momento, a câmera captura a

presença de pessoas na sala e um agente computacional transforma essa imagem em dado, informando o número de pessoas existentes, e envia este EC para o GCAdapt.

O agregador é um mecanismo que raciocina através da combinação de ECs coletados em um determinado momento, identificando a situação que está ocorrendo. Para realizar este raciocínio, são utilizados como base o modelo conceitual de contexto (com representação ontológica em OWL) e as regras de definição de situação (que especificam as situações possíveis). O mecanismo de Associação de situação à atividade caracteriza o contexto identificado em relação ao foco de atuação da situação, ou seja, relacionando (e armazenando essa associação no repositório de situações) a mesma à atividade em execução.

Ele recebe um conjunto de ECs relacionados entre si dentro de um intervalo de tempo e avalia se os mesmos caracterizam uma situação. Deve existir um conjunto mínimo de ECs que juntos caracterizam uma situação relevante. O agregador encapsula esse ECs em um único objeto de mais alto-nível e o disponibiliza para o GCAdapt. As situações identificadas devem ser associadas à instância da atividade onde surgiram e armazenadas no Repositório de Situações.

Sendo assim, a Agregação compreende um conjunto de atividades, apresentado na Figura 19.

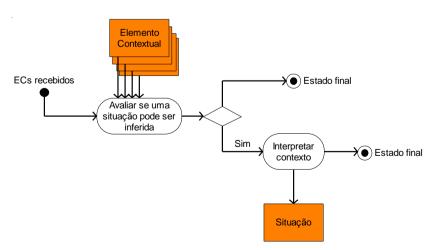


Figura 19 - Diagrama de atividades que descreve as transições de funcionamento do Agregador

Como exemplo, suponha que o agregador recebe os seguintes ECs: o telefone celular de João está na sua mesa, ele não atende seu telefone de mesa e sua agenda informa que ele tem um evento naquele momento. O agregador infere que João está na Universidade e está em uma reunião.

4.2.2. Mediador

O mediador atua na identificação de necessidades de adaptação quando uma situação nova acontece. Suas características chave são: comportamento inteligente e suporte à tomada de decisão.

O mecanismo de raciocínio de contexto é responsável por identificar possíveis adaptações adequadas à situação que está acontecendo e quando devem ser realizadas e qual o seu impacto no alinhamento aos objetivos da organização.

Quando uma situação é caracterizada, as regras de adaptação que se relacionem a esta situação são identificadas pelo mecanismo e analisadas em relação aos objetivos de negócio (considerando que objetivos possuem relações de dependência e impacto entre si). Se uma única combinação de regras é identificada e o alinhamento aos objetivos é satisfatório, estas regras são selecionadas. Se existe mais de um conjunto de regras que podem ser selecionados, o Mediador analisa as relações de alinhamento e impacto das regras aos objetivos, de forma a identificar o conjunto de regras que melhor atende ao processo, e levando em consideração os objetivos considerados estratégicos no momento. Se nenhuma combinação de regras pode ser automaticamente inferida, o Mediador invoca o componente Atuador que, através do mecanismo de Recuperação e Apresentação, apóia na seleção manual da adaptação pelo gestor do processo.

Sendo assim, a Mediação compreende um conjunto de atividades apresentado na Figura 20.

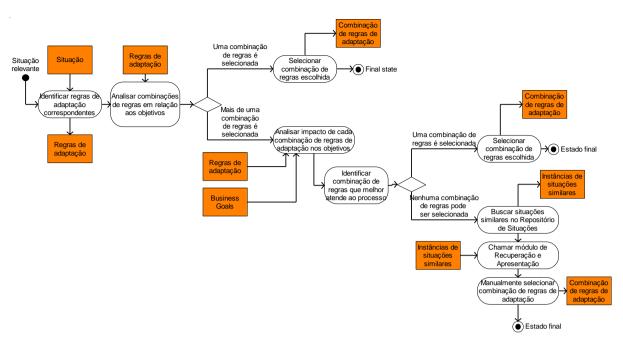


Figura 20 - Diagrama de atividades que descreve as transições de funcionamento do Mediador

Como exemplo, suponha que o Mediador recebe a informação de que João está na Universidade, mas não em sua mesa de trabalho e sim na sala de reunião com outros professores. João é responsável pela assinatura de documentos importantes que devem ser assinados naquele dia sob pena de atrasar o andamento do processo. Portanto, o Mediador infere que este processo deve ser adaptado, substituindo a atividade na qual Maria (responsável por tramitar documentos na Universidade) deveria levar o documento e deixar na mesa do Professor João para assinatura, por uma sequência de atividades onde: (i) Maria é informada de que João está na sala de reunião; (ii) Maria envia uma mensagem de texto para o celular de João sobre a importância da assinatura do documento e informando que ela vai se dirigir até onde ele se encontra; e (iii) Maria deve ir a sala de reunião e recolher a assinatura no documento.

4.2.3. Tratadores

O componente Tratador é responsável por manter as definições de situação e as regras de adaptação atualizadas. Este mecanismo requer um alto grau de intervenção humana para validar ou ajustar definições e regras identificadas.

O mecanismo de manutenção de definições de situação identifica novas situações, reconfigura uma situação existente e pode excluir uma definição que não seja mais válida para a organização. Estas ações podem ser realizadas de duas formas: Através de evolução manual do Modelo Conceitual de Contexto que pode implicar na criação, alteração ou exclusão de ECs (ou suas propriedades) e relações entre eles; ou através de análise das instâncias dos processos cujos resultados são inesperados e/ou não estão alinhados aos objetivos pretendidos. As definições de situação são armazenadas no repositório de definições, assim como o modelo conceitual de contexto.

A evolução do modelo conceitual de contexto pode ser aprimorada por algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas de mineração, utilizando os repositórios de situações como base de coleta das informações de execução do processo, que são capazes de automaticamente estender o conhecimento sobre os elementos contextuais de processo e de domínio relevantes, bem como as definições de situação, com base em estruturas que representam informação implícita sobre os objetos do domínio (Friedman, 1997)(Kramer, 1995)(Revoredo, 2009). Esta mineração tem maior relação com processos de descoberta (mineração preditiva) do que com processos de verificação (mineração preditiva), uma vez que nenhuma suposição inicial é realizada, existindo apenas como base de insumo o repositório de situações. Um trabalho de mestrado foi iniciado e propõe estabelecer o repositório de situações associadas às atividades e eventos que ocorreram durante sua execução, e o desenvolvimento de uma máquina de mineração preditiva de dados, que atuará sobre esta base de conhecimento na identificação de novas regras de definição de situação.

Sendo assim, a Manutenção de definições de situação compreende um conjunto de atividades, apresentado na Figura 21.

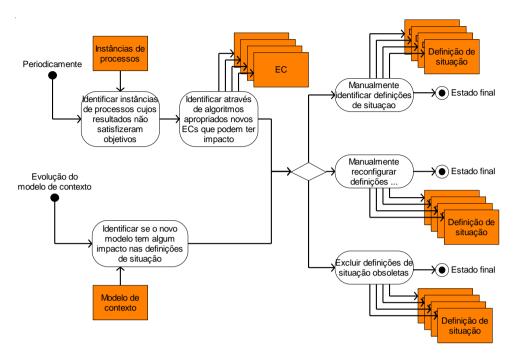


Figura 21 - Diagrama de atividades que descreve as transições de funcionamento do mecanismo de manutenção de regras de definição de situação

Como exemplo, suponha uma situação em que uma sala de operação, onde se encontra um equipamento importante, está quente. Esta situação é caracterizada quando o equipamento está em funcionamento, a temperatura da sala está acima de 40°C e a temperatura ambiente está acima de 25°C. Quando esta situação acontece, uma máquina de resfriamento é acionada, o que é extremamente custoso para o processo. O mecanismo de manutenção de definições de situação identifica instâncias de processos cujo custo, quando a temperatura é alta, tem aumentado ao invés de diminuído e descobre que um novo software foi implantado no equipamento pelo fabricante para diminuir o risco quando ocorre o aumento de temperatura. O gestor do processo analisa a informação e reconfigura a definição de situação, estabelecendo que uma situação quente se caracteriza quando a temperatura na sala de operação está acima de 50°C agora.

O mecanismo de manutenção de regras de adaptação identifica e define novas regras, altera e exclui regras existentes baseado em quatro eventos: definição, alteração ou exclusão

de regras de definições de situação e alteração nos objetivos do processo. As regras de adaptação são estão armazenadas no repositório de regras de adaptação.

Sendo assim, a Manutenção de regras de adaptação compreende um conjunto de atividades, apresentado na Figura 22.

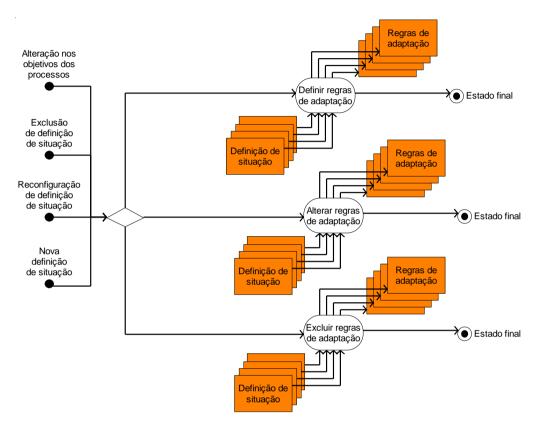


Figura 22 - Diagrama de atividades que descreve as transições de funcionamento do mecanismo de manutenção de regras de adaptação de processos

Como exemplo, suponha que o objetivo de um processo mudou, estabelecendo a necessidade de melhoria na qualidade do produto. O mecanismo de manutenção de regras de adaptação altera uma regra de adaptação, especificando que, quando a situação onde a temperatura da sala de operação está quente é caracterizada, além de acionar a máquina refrigeradora, também aciona um operador que deve fazer uma verificação manual dos equipamentos (que visa diminuir o risco de uma ocorrência negativa acontecer durante a produção, aumentando a garantia de qualidade do produto).

4.2.4. Atuadores e Mecanismos de Implementação

O componente atuador registra automaticamente as adaptações necessárias, demandadas pelo Tratador, na instância do processo e envia comandos aos mecanismos de implementação apropriados para executarem as adaptações necessárias nos PAIS.

O mecanismo de recuperação e apresentação apresenta ao gestor do processo o conjunto de situações similares já acontecidas no passado e os comportamentos adotados com os resultados associados. Além disso, apresenta as possibilidades de adaptação ao gestor, relacionadas aos possíveis impactos de cada opção nos objetivos da organização.

Sendo assim, o Atuador compreende um conjunto de atividades apresentado na Figura 23. O funcionamento do mecanismo de adaptação de processos está detalhado na Figura 23a e o mecanismo de recuperação e apresentação está detalhado na Figura 23b.

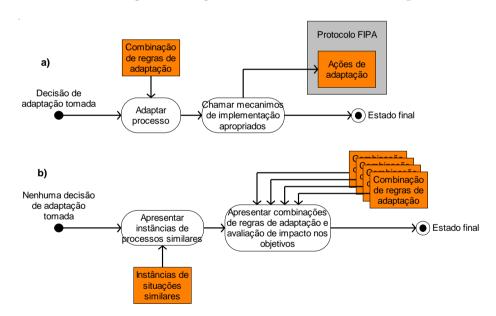


Figura 23 - Diagrama de atividades que descreve as transições de funcionamento do Atuador

Como exemplo, suponha que o Tratador decide pela mudança na atividade de assinatura do documento a ser realizada pelo Professor João, substituindo as atividades onde a Maria se dirige até sua mesa de trabalho e recolhe a assinatura pela seguinte sequência de atividades: (i) Informar Maria que João está na sala de reunião; (ii) Maria deve enviar mensagem de texto para o telefone celular do Professor alertando a necessidade da

assinatura do documento; e (iii) Maria deve ir a sala de reunião recolher a assinatura. O mecanismo de implementação do PAIS utilizado então adapta a instância do processo através da alteração do seu.

Os mecanismos de implementação são agentes que implementam as mudanças necessárias enquanto a instância do processo está em execução, de forma automática, disparando ações como introdução, alteração e exclusão de elementos no processo, compra de materiais, adaptação de sistemas e tecnologias, etc. Cada agente é responsável por uma adaptação específica e deve ser capaz de se comunicar com o GCAdapt através do protocolo de comunicação FIPA (Odell, 2011).

Sendo assim, a Implementação compreende um conjunto de atividades apresentado na Figura 24. Como exemplo, suponha que as três atividades descritas no exemplo anterior foram incluídas no processo. Elas demandam que agentes enviem uma mensagem à Maria informando que o processo foi alterado e que existem novas informações que ela deve ter conhecimento.

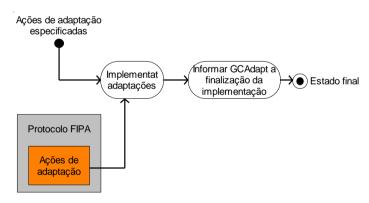


Figura 24 - Diagrama de atividades que descreve as transições de funcionamento do mecanismo de implementação

A próxima seção apresenta um cenário ilustrando a aplicação da arquitetura proposta.

4.3. Cenário de aplicação

Seja um processo de compras (Figura 25), baseado no SAP-MM². O processo foi modelado utilizando a notação EPC na ferramenta ARIS Enterprise Architect (Scheer, 2000). O processo de compra é iniciado quando há uma exigência de material feita por um usuário (empregado que tem acesso ao sistema). Se o material não pode ser obtido a partir de recursos internos da organização, a pessoa responsável por atender a estas solicitações (Analista) deve encontrar o fornecedor que pode atender a esta solicitação no prazo necessário. O processo de compra é finalizado quando o material é entregue e o processamento do pagamento é finalizado.

_

² http://www.sapstudymaterials.com/2009/11/sap-mm-procurement-process.html

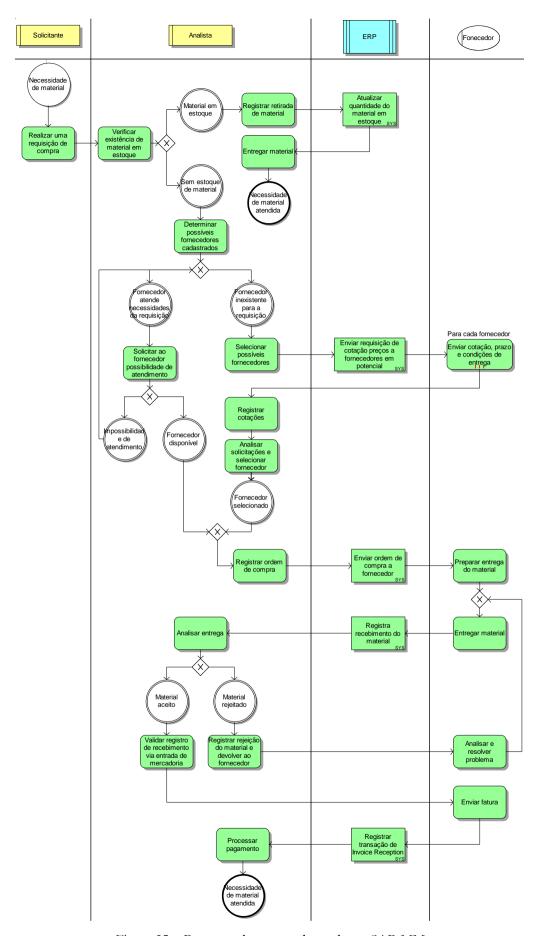


Figura 25 – Processo de compra baseado no SAP-MM

O modelo parcial de elementos contextuais deste domínio, para esta organização, foi elaborado baseado nos objetivos do processo e na possibilidade de captura dos ECs especificados. Os objetivos (conjunto parcial) do processo são apresentados na Figura 26 abaixo através da notação Tropos^{3.}

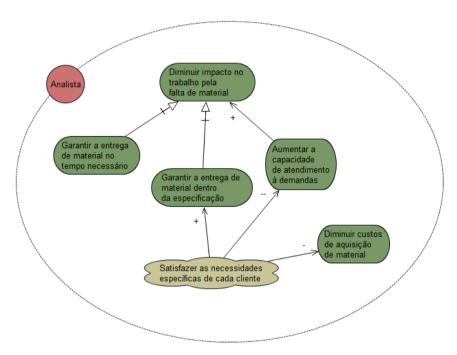


Figura 26 – Modelo parcial dos objetivos do processo

A Figura 27 apresenta os elementos contextuais identificados pelo gestor. Eles representam a terceira camada do modelo conceitual de contexto apresentado na Figura 12. Os mecanismos que capturam cada um dos elementos contextuais, bem como os período de coleta, estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Elementos contextuais do domínio

Elemento	Mecanismo de captura	Período de coleta
Fornecedor	Agente de software que coleta	Informação existente no banco de
	fornecedores registrados no sistema.	dados da empresa atualizada a cada
		3 meses ou sob solicitação.
Banco	Agente de software que coleta	Informação existente no banco de
	informações sobre o banco ao qual o	dados da empresa e atualizada a
	fornecedor está relacionado.	cada 3 meses ou sob solicitação.
		Informação sobre operação dos

³ http://www.troposproject.org/

		bancos existente nos jornais e
		capturada quando ocorre alteração.
Localizacao	Agente de software que coleta País e	Informação existente no banco de
	Cidade onde se localizam o fornecedor e	dados da empresa e atualizada a
	o seu Banco.	cada 3 meses ou sob solicitação
TaxaImportacao	Agente de software que coleta as taxas	Diário através de captura no site do
	de importação de um País.	governo.
Funcionario	Agente que coleta as informações do	No momento do registro da
	funcionário que está realizando a	solicitação, no banco de dados do
	solicitação de material.	RH da organização.
Material	Agente que coleta informações a	No momento do registro da
	respeito do material solicitado no ERP.	solicitação.
Organizacao	Agente que coleta informações a	Informação existente no banco de
	respeito da Organização em sua base de	dados da empresa e atualizada a
	dados.	cada 3 meses.
TiposEntrega	Agente que coleta informações a	Informação existente no banco de
	respeito do Fornecedor baseado e	dados da empresa e atualizada a
	requisição ao mesmo.	cada 3 meses.

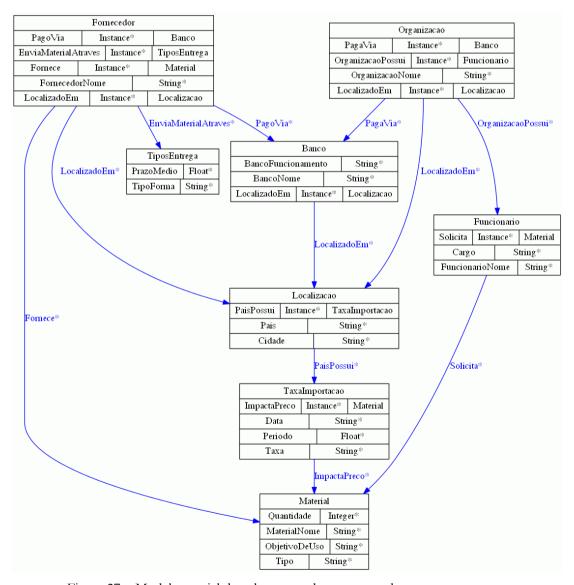


Figura 27 – Modelo parcial dos elementos de contexto relevantes ao processo

Durante a realização de uma instância deste processo, um funcionário solicita a compra de 10 computadores devido ao início de um projeto muito importante, com expectativa de ROI alto para a organização.

O analista verifica no estoque que não existem computadores com as especificações necessárias e busca por possíveis fornecedores cadastrados (que já possuem contrato ou que já realizaram algum venda de computadores com a organização). O analista encontra o fornecedor ABX, com o qual existe um contrato e que já vendeu este mesmo tipo de computador, e solicita possibilidade de atendimento que é confirmada pelo fornecedor ABX.

O analista inicia o registro da ordem de compra junto ao solicitante para que o mesmo autorize a compra pelo valor especificado. Enquanto isso, um agente coleta informações sob o aumento das taxas de importação no Brasil e a fábrica da empresa ABX se localiza na Argentina. O GCAdapt infere que esta situação representa risco de atendimento a solicitação apresentada pela expressão lógica que caracteriza a situação:

Fornecedor(x) AND LocalizadoEm(x,y) AND Localizacao(y, ¬Brasil) AND Material
(w) AND TaxaImportacao(w, ≥15%) ≡ Possível aumento no preço do material

O GCAdapt também infere que os Bancos brasileiros encontram-se em greve com previsão de término em 2 semanas e, por regras internas, como a soma do valor do 10 computadores ultrapassa R\$20.000,00 reais, o pagamento deve ser realizado via autorização bancária.

Banco (x, BancoSituacao("greve")) ≡ Risco no tempo de atendimento da demanda

O mediador infere uma situação onde existem níveis diferentes de risco que podem comprometer o alinhamento com alguns dos objetivos que devem ser atendidos. Três possibilidades são identificadas:

- Caso o analista continue no fluxo em que se encontra, o valor dos 10 computadores
 pode ser bem maior do que o planejado. Ele pode tentar um acordo com a empresa
 para manter o valor do material para esta entrega, mas não existem garantias.
- 2. Caso o analista opte por retornar no fluxo e selecionar possíveis fornecedores, ele deve impor os seguintes requisitos: Custo total abaixo de R\$20.000,00 e empresa sediada no Brasil. Mas deverá ser realizada uma tomada de preços com fornecedores não cadastrados, o que pode levar um tempo maior que o esperado.
- Caso o analista cancele o registro da ordem de compra e selecione um fornecedor registrado que tenha vendido computadores com configurações similares e adequadas as necessidades do cliente, ele pode reduzir tempo e custo.

O GCAdapt analisa todas as possibilidades e os possíveis impactos em cada objetivo, como apresentado na Figura 28. As marcações em cor laranja significam que a opção impacta negativamente no objetivo e as marcações azuis representam um impacto positivo.

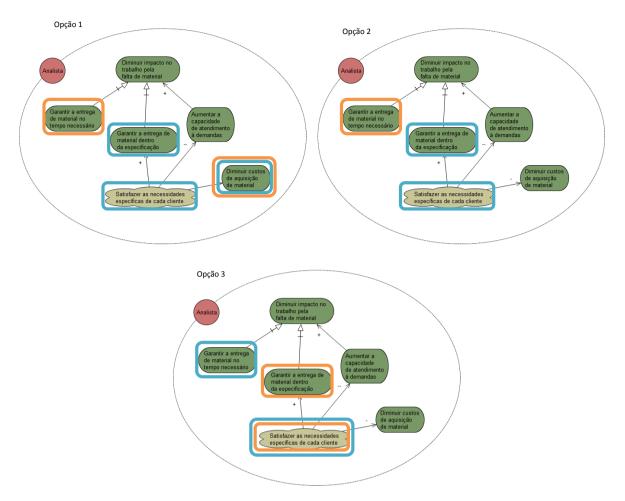


Figura 28 - Análise de alinhamento das opções de adaptação em relação aos objetivos do processo

O GCAdapt opta pela terceira opção que requer avaliar com o solicitante quais flexibilizações são possíveis e atendam as suas necessidades, garantindo a entrega no tempo necessário. O GCAdapt adapta o processo e se comunica com agentes que implementam as adaptações na instância do processo de compra no SAP destacadas em rosa e com setas pontilhadas na Figura 29.

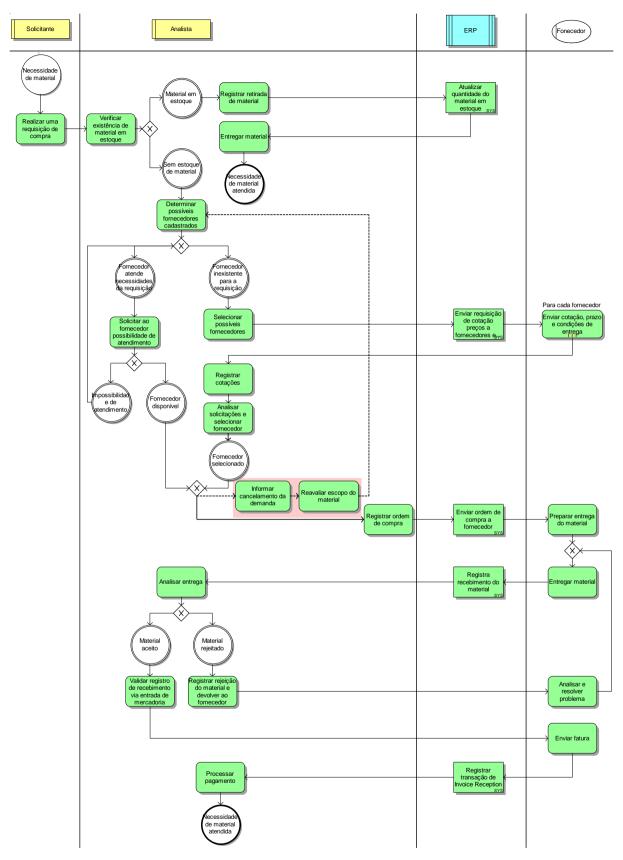


Figura 29 – Adaptação do processo de compra baseado no SAP-MM

Embora este exemplo seja baseado em um cenário real e comum nas organizações, foram considerados um conjunto de elementos contextuais de fácil acesso. Além disso, questões de privacidade (que não é o foco deste trabalho, mas é de sabida relevância) e a troca de informações entre organizações distintas não foram tratados. A complexidade e desafio no tratamento de elementos contextuais aumentam consideravelmente em casos onde um grupo de pessoas lida com enormes quantidades de informação que podem também incluir aspectos subjetivos, como sentimentos e comportamentos entre pessoas.

4.4. Contribuições da pesquisa

É um desafio construir um ambiente de gestão de contexto para adaptação dinâmica de processos não só porque se trata de um ambiente que deve ser capaz de integrar a arquitetura tecnológica de uma organização, mas também porque deve ser capaz de trazer valor para a organização.

Dentro da arquitetura proposta, esta pesquisa foca especificamente **no raciocínio para tomada de decisão da adaptação dinâmica do processo**, destacado na Figura 30 pelo **Mediador**.

Este componente implementa a fase mais importante e crítica do ciclo de gestão de contexto, pois nela são inferidas possíveis opções de adaptações que satisfazem as necessidades do processo e também selecionado aquele que melhor atende a situação corrente. O desenvolvimento deste componente leva em consideração dois aspectos importantes: a percepção em relação ao tempo (time-awareness) e a orientação aos objetivos do processo (goal-driven).

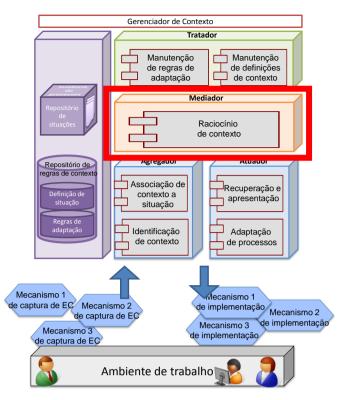


Figura 30 – Foco da pesquisa de tese na visão do modelo arquitetural de gestão de contexto para adaptação dinâmica de processos

Com relação ao tempo, baseado em Rosemann (2010), este trabalho define uma proposição de valor para a sensibilidade ao contexto, apresentado na Figura 31, onde o valor do negócio tem uma relação inversamente proporcional ao intervalo de tempo em que um contexto relevante ocorre e os efeitos da ação que é realizada em relação à caracterização de uma situação.

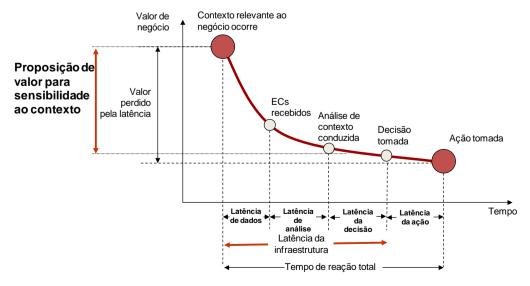


Figura 31 – Proposição de valor para sensibilidade ao contexto (baseado em Rosemann (2010))

O tempo entre a ocorrência de um conjunto de ECs relevantes e sua captura é chamado de latência de dados. No cenário de aplicação da Seção 4.3, é medido pelo tempo em que se percebem alterações na taxa de importação até o momento em que esta é capturada e enviada ao GCAdapt. Em seguida, o tempo em que os ECs são recebidos, analisados e uma situação é caracterizada, é chamado de latência de análise, que é medida pelo tempo em que o Agregador identifica um conjunto mínimo de ECs, realiza raciocínio sobre os mesmos e caracteriza uma situação. Este tempo é identificado, por exemplo, entre o momento que as taxas de importação e as informações sobre o fornecedores são agregados, caracterizando a possibilidade de aumento no preço da compra.

A latência da infraestrutura se completa com a latência de decisão que corresponde ao tempo em que uma situação é caracterizada e uma decisão sobre a adaptação é tomada. No cenário de aplicação, é representado pelo tempo em que o Mediador recebe as duas situações descritas (possível aumento no preço do material e risco no tempo de atendimento da demanda) e infere três possibilidades de adaptação, analisa cada opção em relação aos objetivos do processo e seleciona a opção que melhor atende as necessidades.

A latência da ação representa o tempo entre a decisão de adaptação tomada sobre a adaptação e a finalização das ações de implementação das adaptações na infraestrutura tecnológica do processo. Pode ser visto pelo tempo em que o GCAdapt se comunica com os agentes responsáveis por implementar as adaptações e eles comunicam o Analista sobre as alterações dos novos procedimentos.

Esta tese pretende focar na latência de decisão, destacada na Figura 32.

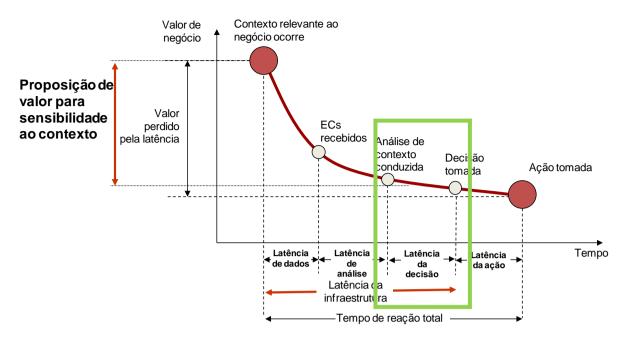


Figura 32 – Foco da proposta de tese em relação á proposição de valor para sensibilidade ao contexto (baseado em Rosemann (2010))

A percepção do tempo permite a identificação de relações de impacto entre valores de EC que acontecem em um mesmo período de tempo e posiciona a situação identificada no tempo de vida da execução do processo. A latência de decisão sobre adaptação deve atender às necessidades e ao timing do processo, o que significa evitar uma decisão de adaptação atrasada ou que não surja em tempo hábil para que seja implementada.

A orientação a objetivos é adotada pois argumenta-se que esta abordagem traz maior retorno para o processo. Torna-se necessária uma quantificação do impacto da mudança de elementos do processo através da relação entre a situação, as possibilidades de adaptação inferidas e os objetivos (e relação de impacto e dependência entre eles) do processo, através de modelos de raciocínio que tragam valor para a organização.

A correlação contexto-objetivo pode ser vista em uma perspectiva centrada em dado, uma vez que é importante descobrir dados relevantes ao negócio e como eles devem ser processados para atingir objetivos específicos (Gerede et al., 2007). Esta perspectiva foca nas entidades de informação, aqui tratadas como elementos contextuais, manipuladas (geradas ou consumidas) pelo processo, que podem se traduzir em dados, artefatos,

produtos, documentos, recursos, etc. Entretanto, a introdução de construtos formais para incorporar a noção de objetivos em análise de processos ainda tem recebido pouca atenção (Soffer e Wand, 2005). Existem na literatura formas de avaliar dinamicamente alternativas de comportamento do processo. Nesta tese propõe-se uma abordagem orientada a objetivos e na situação existente.

Para isso, será necessário estabelecer um algoritmo para analisar o alinhamento entre a situação corrente, as alternativas de adaptação identificadas e os objetivos do processo, através do uso de raciocínio quantitativo e qualitativo (Giorgini et al., 2002), para avaliar a viabilidade das possíveis adaptações que o processo pode realizar e a melhor opção.

A modelagem inicial do problema foi realizada da forma descrita a seguir.

Baseado no trabalho de Magdaleno (2010b), e com o objetivo de estender a formalização proposta para os conceitos de contexto e objetivos, seja CP o conjunto de todas as partes combináveis de processo (em linhas de processos denominados componentes de processo) de um determinado domínio. Cada $CP_i \in CP$ é composto por um nome, um conjunto de interfaces requeridas e um conjunto de interfaces produzidas.

$$CP = \{CP_i\}$$

 $CP_i = [nome_i, INTRCP_i, INTPCP_i]$

INTRCP, e INTPCP, encontram-se definidos em Magdaleno (2010b).

Como exemplo, utilizando o cenário de aplicação apresentado na seção 4.3, uma parte de processo CP₂ pode ser a parte do processo composta pela atividade "Verificar existência de material em estoque" e os eventos de decisão gerados por essa atividade (Figura 33).

CP₂ = [Verificação de estoque de material, INTRCP₂, INTPCP₂], onde, INTRCP₂ = especificação do material solicitado

onde, $\text{INTPCP}_2 = \text{informação}$ de existência ou não existência do material em estoque.

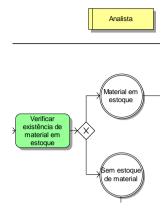


Figura 33 – Exemplo de parte de processo

Seja RCP o conjunto de regras de composição de processos de um domínio. Cada elemento $RCP_i \in RCP$ é composto por um identificador, duas partes de processo, e um expressão de relacionamento entre elas.

$$RCP = \{RCP_i\}$$

$$RCP_i = [id_i, CP_k, CP_i, RELDEP]$$

onde, RELDEP = relações de precedência ou dependência entre as partes de processo.

Como exemplo, $RCP_1 = [1, CP_1, CP_2, RELDEP_1]$ onde, $CP_1 =$ atividade "realizar requisição de compra" onde, $CP_2 =$ Verificação de estoque de material onde, $RELDEP_1 = CP_1$ deve ser executado sempre antes de CP_2 .

Seja EC o conjunto de elementos contextuais de um domínio. Cada elemento $EC_i \in$ EC é composto por um nome e seus atributos (especificados por Mattos (2011)).

$$EC = \{EC_i\}$$

 $EC_i = [nome_i, CAEC_i]$

onde, CAEC, representa:

- O conjunto de atributos descritos para os EC (descritos na camada três da Figura 12)

Como exemplo, EC_1 = [Fornecedor, CAEC₁] onde, CAEC₁ = nome, local da sede.

Seja ST o conjunto de situações possíveis definidas pelas regras de definição de situação. Cada situação $ST_i \in ST$ é composta por um identificador, um nome, uma agregação de elementos contextuais AEC que caracterizam ST_i e uma expressão dos elementos contextuais.

 $ST = \{ST_i\}$

 $ST_i = [id_i, nome_i, AEC_i, ecx]$

onde, $AEC_i \subseteq EC$

onde, por indução:

- i) EC_k op valor é um ecx, op $\in \{=, \neq, >, \geq, <, \leq \}$
- ii) sendo α e β um ecx, então
 - a) α AND β é um ecx
 - b) α OR β é um ecx
 - c) α XOR β é um ecx

Como exemplo, ST₁ = [1, Possível aumento no preço do material, AEC₁, ecx₁]

onde, AEC₁ = {Fornecedor, Localizacao, Material, TaxaImportacao}

onde, ecx₁ = Fornecedor(x) AND LocalizadoEm(x,y) AND Localizacao(y, ¬Brasil)

AND Material (w) AND TaxaImportacao(w, ≥15%)

Seja RSC o conjunto de regras de contexto para combinação de partes de processos baseado em situações. Cada regra RSC $_i$ \in RSC é composta por uma situação como antecedente, uma composição de operadores de revisão de processo CORP como consequente, as métricas de avaliação dos objetivos e a avaliação de impacto nos objetivos do processo (CORP) para cada combinação de operadores possível (AIO) e para cada métrica de avaliação dos objetivos identificada (AM).

$$RSC = \{RSC_i\}$$

 $RSC_i = [id_i, nome_i, CORP, AM, AIO]$

onde, CORP = 3 casos base combináveis:

- a) inclusão de um CP_k,
- b) alteração de um CP_k por um CP_i,
- c) exclusão de um CP_k.

onde, AM = Conjunto de métricas para avaliação dos objetivos

onde, AIO = Avaliação de impacto de cada combinação de casos nos objetivos do processo, onde AIO: COMB x AM → ℝ

Como exemplo, RSC_1 = [1, Selecionar novo fornecedor registrado, $CORP_1$, AM_1 , AIO_1]

onde, $CORP_1$ = Excluir CP_4 , Incluir CP_6 , Incluir CP_7 , Incluir CP_8 , Incluir CP_{87} , Incluir CP_{88}

onde, CP_4 = Registrar ordem de compra , composto pela atividade "Registrar ordem de compra"

onde, CP_6 = Reavaliar escopo da solicitação, composto pelas atividades sequenciadas "Informar cancelamento da demanda" e "Revisar escopo do material".

onde, CP₇ = Negociar valor com Fornecedor, composto pela inclusão da atividade "Negociar valor com Fornecedor" após a atividade "Registrar ordem de compra"

onde, CP8 = Selecionar novo fornecedor com restrições, composto pela inclusão de um retorno no ponto da atividade "Registrar ordem de compra" para a CP₃ (atividade "Selecionar possíveis fornecedores")

onde, CP_{87} = Custo total deve ser menor que R\$20.000,00

onde, CP₈₈ = Fornecedor deve possuir sede no Brasil

onde, AM₁ = métrica que adota pesos para cada objetivo

onde, AIO₁ = ExcluirCP4 e Incluir CP6 = 60%

Incluir Cp7 = 50%

Excluir CP4, Incluir CP $_8$, Incluir CP $_8$ 7, Incluir CP $_8$ 8 = 80%

Outras combinações com menos de 50% de aderência no atendimento ao modelo de objetivos.

As regras de combinação geram então uma lista de combinações de casos base que vão gerar diferentes configurações da instância do processo contendo a avaliação de impacto em cada objetivo para cada métrica existente.

Os processos resultantes após a revisão de CORP formam o conjunto P_n . Os processos que satisfazem, em algum nível (GCAdapt deve conhecer qual o mínimo para considerar como relevante a adaptação) forma o conjunto $P_s \subseteq P_n$. Como exemplo, foram considerados 3 processos resultados da aplicação das 3 primeiras opções destacadas no cenário de aplicação.

Finalmente vai existir P_r , um processo resultante do raciocínio automatizado realizado pelo GCAdapt, que atende "melhor" aos objetivos do processo de uma forma geral onde $P_r \in P_s$. Como exemplo de P_r tem-se o processo resultante da aplicação da opção 3 de adaptação.

A modelagem deste problema, que ainda encontra-se em refinamento, foi realizada como forma de entender e explicitar a relação formal do uso de regras de adaptação

associada à orientação a objetivos e apoiar na posterior identificação de técnicas de raciocínio eficientes para esta utilidade.

Ainda não foi selecionada uma abordagem específica, porém independente da solução que será adotada, é necessário entender os conceitos relacionados à satisfação de objetivos, como descrito por Mylopoulos et al. (1999), onde objetivos qualitativos (chamado *soft-goal*) se dizem satisfatórios quando existem evidências suficientemente positivas e poucas evidências negativas para uma determinada proposição.

Enquanto objetivos quantitativos (chamado hard-goal) podem ser satisfeitos por um processo, soft-goals, por sua natureza não são satisfeitos por uma alternativa de processo, mas sim podem existir alternativas que contribuem mais do que outras.

O capítulo seguinte de conclusão apresenta considerações finais sobre esta proposta de pesquisa de tese.

5. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as considerações finais sobre esta proposta de tese, incluindo as principais contribuições, o andamento das atividades de pesquisa em relação à metodologia adotada, resultados preliminares obtidos, resultados esperados e cronograma de atividades para conclusão do trabalho.

5.1. Principais contribuições

As principais contribuições deste trabalho de pesquisa são apresentadas a seguir.

- Apresentar uma visão geral de solução para o ciclo de vida de gestão de contexto no apoio à adaptação dinâmica de processos, descrita através dos seguintes modelos:
 - o Modelo de gestão de contexto que apresenta o ciclo de captura, armazenamento, raciocínio e recuperação de conhecimento contextual que visa suprir uma carência de trabalhos que discutam o ciclo de vida de gestão de contexto para este fim em sua totalidade.
 - Modelo arquitetural que mostra como implementar o modelo de gestão de contexto para adaptação dinâmica de processos.
- Operacionalizar uma abordagem orientada a predição e identificação de tendências,
 contribuindo para a área de apoio a adaptação dinâmica de processos.
- Tendo como base as abordagens discutidas nos capítulos 2 e 3, sumarizado na Tabela 1,
 esse trabalho se destaca por prover: .
 - Decisão de adaptação não somente do fluxo do processo, mas de qualquer elemento formal do processo como regras de negócio, papéis, artefatos, sistemas e recursos.
 - Flexibilidade na adaptação em tempo de mudança de uma única instância do processo;

- O Suporte a tomada de decisão através de raciocínio automatizado;
- Implementar uma abordagem orientada a objetivos, considerando a aderência dos processos às reais necessidades de uma organização. Espera-se provocar o engajamento das pessoas na sua utilização, uma vez que uma organização orienta-se pelo seu desempenho e esta orientação soa bastante familiar as pessoas que dela participam. A vantagem do uso de uma infraestrutura de gestão de contexto orientada a objetivos está em promover visibilidade a pontos do processo que merecem atenção no momento de seu acontecimento. Conhecendo uma situação no momento e seu impacto para a organização torna mais claro identificar a necessidade de fazer algo em relação ao seu acontecimento.
- Aplicar a solução proposta em um domínio específico dentro de um caso real. Dessa forma será possível verificar a sistematização da solução para outros domínios.

Por fim, a adaptação dinâmica de processos baseada em contexto e orientada a objetivos, apoiada por uma solução metodológica e tecnológica efetiva provê as organizações um alto grau de agilidade no tratamento de situações não satisfatórias e uma maior aderência às necessidades e estratégia da organização.

5.2. Estágio atual de pesquisa

Seguindo a metodologia de pesquisa adotada nesta proposta de tese, as atividades já realizadas, aquelas em andamento e a proposta de sequência do trabalho são discutidas.

• Percepção e formulação do problema

O trabalho em gestão de contexto é fruto de conhecimento anterior gerado na dissertação de mestrado (Nunes, 2007). A implementação de parte da visão geral proposta com foco na gestão de conhecimento apoiou as discussões sobre sua utilização na

adaptação dinâmica de processos. Este trabalho foi publicado na Conferência *International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design* (Gatti et al., 2010).

Além disso, a formulação do problema foi realizada durante a realização das disciplinas de tópicos especiais, através de revisões e discussões sobre a literatura de adaptação dinâmica de processos e gestão de contexto de forma geral.

Análise da teoria

Foi realizada uma revisão da literatura sobre adaptação dinâmica de processos e as abordagens existentes. Foi ainda realizada uma análise inicial sobre a aplicação da visão geral da solução proposta, tendo as linhas de processo como infraestrutura base de reutilização de processos. Este trabalho gerou um artigo publicado na Conferência International Conference on Enterprise Information Systems (Nunes et al., 2010b). Ainda em se tratando de linhas de processos, o desenvolvimento teórico da abordagem inicialmente discutida está sendo realizado em outro trabalho de doutorado e a discussão do grupo de pesquisa gerou o artigo submetido (aguardando revisão) para publicação no Special Issue on Software Reuse and Product Lines do Information and Software Technology Journal.

Foram elaboradas também formas de representação de contexto mais adequadas para o domínio de processos de software, como parte dos trabalhos de outra tese de mestrado (Teixeira, 2011). Foi realizado um estudo sobre o uso de duas linguagens de representação de contexto (modelos de características e ontologias) levando em consideração a disponibilidade de ferramental de apoio. Este trabalho foi publicado em um relatório técnico interno da COPPE/UFRJ (Nunes et al., 2010a).

Durante a realização destes dois passos, exemplos baseados em casos reais, alguns destacados nesta proposta de tese foram discutidos para explorar mais questões relacionadas ao problema e como seriam as possíveis atuações em relação a possibilidades de adaptação da execução da instância do processo.

Encontra-se em fase de planejamento uma *quasi* revisão sistemática da literatura sobre o tema de adaptação de processos para formalizar a base teórica utilizada e devido ao fato dos termos utilizados para a denominação de processos serem bastante diferentes em áreas de pesquisa e domínios de atuação distintos. Dessa forma, será possível estender o corpo de conhecimento construído sobre o assunto e discutir mais amplamente as abordagens de alinhamento às necessidades, estratégias, objetivos e metas de uma organização.

• Elaboração do plano de ação

Com o corpo de conhecimento estabelecido até o momento foi possível realizar a formulação da visão geral do ciclo de vida em gestão de contexto para o apoio a adaptação dinâmica de processos. Foi ainda proposto o modelo arquitetural, considerados, ambos, os marcos iniciais para começar a delinear os objetivos específicos de atuação desta pesquisa de tese. Essa visão geral foi publicada na Conferência *International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design* (Nunes et al., 2011b).

Como forma de delimitar a proposta de investigação de tese, dada à complexidade da visão geral, foi discutido o **foco** no componente **Mediador** e sua relação com a orientação a objetivos, trabalho este que foi discutido no Simpósio de Doutorado da Conferência International Conference on Business Process Management (Nunes, 2011) e no International Workshop on Modelling and Reasoning in Context realizado dentro do International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (Nunes et al., 2011a).

Elaboração da solução

A medição de tempo e alinhamento aos objetivos foram inicialmente definidos como a base para implementação da solução para o problema. Encontra-se em andamento a definição formal da relação entre o conceito de situação, quando ela acontece, e a avaliação

de impacto nos objetivos do processo. Dessa forma, será possível pensar em algoritmos capazes de trabalhar com estas variáveis de forma eficaz.

Será detalhado o exemplo de uso de um processo de ERP utilizado no Capítulo 4, baseado em caso real, definindo os instrumentos para sua atuação em um ambiente de linhas de processos e seu comportamento em relação à solução que será desenvolvida.

A participação na elaboração da conceituação formal de conceitos de contexto, objeto de estudo da dissertação de mestrado de Mattos (2011) será importante para apoiar no delineamento de como a solução atuará sobre a relação entre contexto, os processos, instanciados para um domínio de atuação.

Da mesma forma, a participação na elaboração do método de identificação de elementos contextuais relevantes ao processo como estudo da dissertação de mestrado de Anastassiu (2011) ajudará a validar o uso de elementos contextuais apropriados na avaliação da solução.

Avaliação da solução

A avaliação da proposta tem como principal meta verificar a possibilidade de identificação de uma adaptação que gere uma revisão no processo de forma automatizada.

O planejamento da avaliação ainda não foi realizado de forma detalhada, porém, além de avaliar se é possível chegar a uma decisão, considera-se a necessidade de avaliar dois critérios específicos: tempo e nível de aderência aos objetivos do processo.

Essa avaliação poderá ser realizada via simulação do acontecimento de situações durante a execução da instância de um processo de um determinado domínio ainda a ser escolhido e comparada com a mesma atividade realizada de forma manual.

Dessa forma, será possível medir a eficiência do raciocínio de alternativas de adaptação para a tomada de decisão em relação às necessidades do processo.

Com relação ao alinhamento aos objetivos do processo serão considerados os relacionamentos de impacto entre eles e questões de relevância influenciadas pela dinâmica da estratégia da organização. Assim será realizada uma comparação com o nível de aderência aos objetivos do processo adaptado manualmente.

Portanto, essa validação irá se limitar a avaliar estes dois quesitos (relacionados diretamente ao Mediador, como foco da tese), e não a abordagem de gestão de contexto como um todo. Para isso será necessária a identificação de processos e dados extraídos da execução de suas instâncias de uma organização real bem como o entendimento do domínio e da forma de atuação da organização para entender as possíveis situações que podem acontecer.

Durante a realização deste trabalho pretende-se continuar a discussão e divulgação dos resultados alcançados em Conferências Nacionais e Internacionais. As publicações realizadas encontram-se listadas a seguir:

- GATTI, L.; SANTORO, F. M.; NUNES, V. T., 2010, "An agent-based architecture for knowledge management in context-aware business processes", In: 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2010. p. 318-323, Shanghai, China.
- NUNES, V. T.; MAGDALENO, A. M.; WERNER, C. M. L., 2010, "Modelagem de contexto sobre o domínio de processos de desenvolvimento de software Relatório Técnico", ES-734/10, COPPE/UFRJ. Disponível em: http://www.cos.ufrj.br.
- NUNES, V. T.; WERNER, C. M. L.; SANTORO, F. M., 2010, "Context-based Process
 Line". In: Proceedings of the 12th International Conference on Enterprise Information
 Systems ICEIS 2010 12th International Conference on Enterprise Information
 Systems, p. 277-282, Funchal, Madeira, Portugal.

- NUNES, V. T., 2011, "Dynamic Process Adaptation: A context-aware approach", PHD
 Symposium of the 9th International Conference on Business Process Management,
 Disponível em: http://bpm2011.isima.fr/.
- NUNES, V. T.; SANTORO, F. M.; BRÉZILLON, P. et al., WERNER, C.M.L., 2011,
 "Contextualizing dynamic process adaptation". In: to appear7th International
 Workshop on Modeling and Reasoning in Context 7th International and
 Interdisciplinary Conference on Modeling and Using (CONTEXT'11), Karlsruhe,
 Germany.
- NUNES, V. T.; WERNER, C.; SANTORO, F. M., 2011, "Dynamic process adaptation:

 A context-aware approach". In: Proceedings of the 15th International Conference on

 Computer Supported Cooperative Work in Design CSCWD 2011 15th International

 Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, p. 97-104,

 Lausanne, Switzerland.

Há, ainda, uma publicação submetida que está aguardando revisão:

 TEIXEIRA, E.N., MAGDALENO, A.M., NUNES, V.T., WERNER, C.L.M., ARAUJO, R.M., SANTORO, F.M., 2011, "Software Process Reuse: A Process Line Engineering Approach", Special Issue on Software Reuse and Product Lines, Information and Software Technology Journal.

5.3. Resultados preliminares

Alguns resultados preliminares já foram obtidos nesta pesquisa de tese:

- Estabelecimento inicial de um corpo de conhecimento sobre adaptação dinâmica de processos e gestão de contexto;
- Definição da visão geral do ciclo de gestão de contexto no apoio a adaptação dinâmica de processos (Seção 4.1), que ajudou a apoiar a delimitação do problema de estudo;

- Análise de ferramentas de gestão de contexto como forma de identificar os níveis e especificidades de raciocínio propostos por cada delas;
- Definição dos requisitos necessários para implementar uma infraestrutura de gestão de contexto no apoio a adaptação dinâmica de processos;
- Proposta de um modelo arquitetural para a implementação desta infraestrutura;
- Proposta de alinhamento para relacionar linhas de processos à gestão de contexto;
- Investigação de modelos de representação de contexto para processos de desenvolvimento de software;
- Detalhamento inicial da formalização do problema orientado aos objetivos do processo;
- Publicação de artigos sobre o problema e a visão de solução proposta;

5.4. Resultados esperados

Os resultados esperados durante a condução desta pesquisa são:

- Resultado da quasi revisão sistemática sobre adaptação dinâmica de processos;
- Definição de um conjunto de processos, elementos contextuais e identificação de históricos de realização para apoiar na implementação da solução deste problema de tese;
- Estabelecimento do corpo de conhecimento sobre a formalização de conceitos de contexto;
- Definição da técnica que será utilizada no raciocínio das alternativas de adaptação bem como na decisão de adaptação;
- Planejamento e execução das avaliações da solução implementada e refino da solução baseado em resultados preliminares;
- Publicação de artigos contendo os avanços obtidos na condução da pesquisa.

5.5. Cronograma proposto

O desenvolvimento das atividades desta proposta de tese encontra-se detalhado na tabela abaixo.

						20	012											20)13							2014	4
Atividades	J	F	M	Α	M	J	J	Α	S	О	N	D	J	F	M	Α	M	J	J	Α	S	О	N	D	J	F	M
Refinar proposta de solução																											
Executar revisão sistemática																											
Detalhamento do Mediador																											
Detalhamento do exemplo ERP																											
Estudo de algoritmos para raciocínio orientado a objetivos																											
Implementar solução																											
Planejar avaliação da abordagem																											
Realizar avaliação da abordagem																											
Escrever tese Defender tese																											

GLOSSÁRIO

- Ambiente de trabalho: Composto pelas pessoas que executam um determinado processo, local onde realizam este trabalho e recursos utilizados.
- Arquitetura: Conjunto de estruturas necessárias para pensar no desenvolvimento de um sistema que compreende a separação em partes bem definidas e a especificação do que devem realizar.
- Ciclo de vida de gestão de contexto: Compreende o ciclo de inicia com a captura de elementos contextuais, identificação de situações, armazenamento associado a atividade em execução, raciocínio para identificação de necessidades de adaptação, apresentação da adaptação inferida e realização da adaptação do processo no ambiente de trabalho.
- Infraestrutura: Conjunto de elementos que dão suporte a construção da arquitetura.
- Modelo: Representação gráfica de conhecimento do mundo real.
- Modelo conceitual: Modelo que descreve um domínio específico através dos conceitos e relações entre eles.
- **Servidor Central**: Mecanismo de software que é visto de forma centralizada por outros mecanismos que se comunicam com ele.

ANEXO

Neste anexo encontra-se descrita a análise realizada em relação as propostas de gestão de contexto discutidas no Capítulo 3.

Desenvolvido para apoiar sistema pervasivos e sensíveis a contexto em espaços inteligentes através da integração de agentes, serviços e dispositivos que exploram informações de contexto. Espaços inteligentes: espaços físicos (salas, veículos, escritórios) populados com sistemas inteligentes que provêem serviços computacionais pervasivos aos usuários. Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e neb serviças que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Não trata esta questão. Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação Possu os seguintes mecanismos:	Abordagem	CoBrA (3° gen)				
informações de contexto. Espaços inteligentes: espaços físicos (salas, veículos, escritórios) populados com sistemas inteligentes que provêem serviços computacionais pervasivos aos usuários. Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web services que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design patterm (Proxy patterm) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		Desenvolvido para apoiar sistema pervasivos e sensíveis a contexto em espaços				
Espaços inteligentes: espaços físicos (salas, veículos, escritórios) populados com sistemas inteligentes que provêem serviços computacionais pervasivos aos usuários. Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e neb services que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologia pora apoiar a representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologia pora apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		inteligentes através da integração de agentes, serviços e dispositivos que exploram				
Espaços inteligentes: espaços físicos (salas, veículos, escritórios) populados com sistemas inteligentes que provêem serviços computacionais pervasivos aos usuários. Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web serviços que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologia OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Objetivo	informações de contexto.				
usuários. Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web services que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - COBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Objetivo	Espaços inteligentes: espaços físicos (salas, veículos, escritórios) populados com				
Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web serviços que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		sistemas inteligentes que provêem serviços computacionais pervasivos aos				
agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes. Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web serviços que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Não trata esta questão. Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		usuários.				
Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e meb sernicas que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		Arquitetura centralizada (um tipo de servidor) baseada em agentes (broker-centric				
providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web serviços que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação Não trata esta questão. Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		agent) para o suporte a sistemas sensíveis a contexto em ambientes inteligentes.				
providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz) e web serviçes que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico (como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Forma de identificação de ECs relevantes Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Tino do auguitatura	Agentes: Podem ser aplicações hospedadas em dispositivos móveis, serviços				
(como serviços de rastreamento de pessoas e coisas). Modelo de GC Networked service / middleware / context-server Não trata esta questão. Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Tipo de arquitetura	providos por dispositivos em uma sala (serviços de projeção, controlador de luz)				
Modelo de GC Forma de identificação de ECs relevantes Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		e web services que provêem presença a pessoas, lugares e coisas no mundo físico				
Forma de identificação de ECs relevantes Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		(como serviços de rastreamento de pessoas e coisas).				
Provê uma ontologia para sistemas pervasivos. Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server				
Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes, serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Forma de identificação	Não trata esta questão.				
serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio. Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	de ECs relevantes	Provê uma ontologia para sistemas pervasivos.				
Forma de representação dos ECs Adota duas ontologias OWL chamadas: - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		Mantém um modelo centralizado de contexto compartilhado por agentes,				
Forma de representação dos ECs - SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		serviços e dispositivos. Utilizados na representação, unificação e raciocínio.				
- SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): E uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	E 1 ~	Adota duas ontologias OWL chamadas:				
uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas ubíquos e pervasivos. - CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	*	- SOUPA (Standard Ontology for the Ubiquitous and Pervasive Applications): É				
- CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes. Uso de sensores (service agents). Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	dos ecs	uma ontologia para apoiar a representação de conceitos importantes para sistemas				
Mecanismo de captura de elemento contextual Mecanismo de captura de elemento (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		ubíquos e pervasivos.				
Mecanismo de captura de elemento contextual Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		- CoBrA-Ont: É uma ontologia para reuniões em ambientes inteligentes.				
Mecanismo de captura de elemento contextual desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação		Uso de sensores (service agents).				
de elemento contextual desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	Mecanismo de cantura	Utiliza plataforma FIPA e o design pattern (Proxy pattern) onde podem ser				
SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que possuem diferentes interfaces de comunicação	*	desenvolvidos agentes FIPA que, realizam a comunicação via bluetooth ou				
	de elemento contextual	SOAP. Dessa forma é possível capturar dados de diferentes dispositivos que				
Possui os seguintes mecanismos:		possuem diferentes interfaces de comunicação				
0		Possui os seguintes mecanismos:				
- Um módulo para identificar contexto (elementos contextuais de maior	Earma da	- Um módulo para identificar contexto (elementos contextuais de maior				
complexidade) a partir de elementos contextuais capturados no ambiente e para		complexidade) a partir de elementos contextuais capturados no ambiente e para				
processamento de ECs identificar e tratar inconsistências que eventualmente surjam através do uso de	•	identificar e tratar inconsistências que eventualmente surjam através do uso de				
para identificar ECs de lógica baseada em regras: Jena (utilizado para realizar inferências em OWL), Jess e	•	lógica baseada em regras: Jena (utilizado para realizar inferências em OWL), Jess e				
Prolog (utilizado para interpretar contexto através de regras específicas de	maior complexidade	Prolog (utilizado para interpretar contexto através de regras específicas de				
domínio) e Theorist (Prolog meta-interpreter for default and abductive reasoning		domínio) e Theorist (Prolog meta-interpreter for default and abductive reasoning				

	 utilizado para tratar inconsistências). Um módulo de base de conhecimento: Para armazenar as informações de contexto em uma ontologia Jena, dentro de um banco de dados MySQL. Módulo de gestão de privacidade: através do reasoner Racer.
Forma de disseminação e compartilhamento de informações	Armazenamento centralizado no broker e disponibilizado para todos os agentes segundo regras de privacidade estabelecidas pelos usuários.
Inferência de contexto para adaptação de sistemas	Usa lógica de inferência (Jena e Jess) para identificação de ações necessárias aos sistemas em função do contexto do ambiente (tempo e local).
Tratamento das definições de contexto e regras de inferência	Não trata esta questão

Abordagem	A-CoBrA (3° gen)
Objetivo	Arquitetura CoBrA baseada em agentes para apoiar sistemas sensíveis a contexto na gestão de conhecimento em processos de trabalho baseado no contexto destas atividades.
Tipo de arquitetura	Mesma de CoBrA
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server
Forma de identificação	Não trata esta questão.
de ECs relevantes	Provê uma ontologia de atividades.
Forma de representação	Ontologia utilizada: OWL
dos ECs	Adora ontologia de contexto com foco em atividades proposta pro Nunes (2009)
Mecanismo de captura de elemento contextual	Mesmo mecanismo utilizado em CoBrA
Forma de processamento de ECs para identificar ECs de maior complexidade	O broker de CoBrA foi refatorado e especializado para associar a captura de contexto a uma atividade em execução. Desta forma o módulo de reasoner de contexto de atividade realiza inferências, utilizando as mesmas tecnologias utilizadas em CoBrA, mais especificamente JENA, para recuperar informações úteis que tenham sido manipuladas em contexto similares na mesma atividade.
Forma de disseminação e compartilhamento de informações	Mesmo mecanismo utilizado em CoBrA
Inferência de contexto para adaptação de sistemas	Mesmo mecanismo utilzado em CoBrA, porém o foco aqui é no provimento de informações.
Tratamento da definições de contexto e regras de inferência	Não trata esta questão

Abordagem	SOCAM - Service Oriented Context Aware Middleware (3° gen)
Objetive	SOCAM (Service-Oriented Context-Aware Middleware) é um middleware para
Objetivo	construção de serviços móveis sensíveis a contexto.
	Arquitetura distribuída (cliente/servidor) com servidor centralizado. Provê
	suporte para adquirir, descobrir, interpretar e acessar contexto.
Tipo de arquitetura	Usa um servidor central chamado "Context Interpreter" que coleta dados
	contextuais de diferentes provedores e oferece aos clientes informação de forma
	processada.
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server
Forma de identificação	Não trata cota questão
de ECs relevantes	Não trata esta questão
	Ontologias (OWL) em dois nívels: Possui um nível que corresponde a uma
Forma de representação	ontologia genérica com conceitos gerais sobre sistemas pervasivos e em um
dos ECs	segundo nível podem ser acopladas ontologias de diversos domínios com o
	objetivo de reduzir a complexidade de processamento.
Mecanismo de captura	
de elemento contextual	Provedores de contexto como sensores físicos, serviços computacionais, etc.
	Mecanismo de reasoning de contexto (Ontology Reasoning), baseada em lógica
	de primeira ordem, que coleta dados contextuais de diferentes provedores e
	oferece aos clientes informação de forma processada. Também existe a
	possibilidade de adição de outros mecanismos de reasoning de modo a
	diversificar a capacidade para algum caso específico.
	Existe também o interpretador de contexto que é responsável por interagir com
Forma de	as fontes de contexto e a base de dados contextual para fornecer informações
processamento de ECs	para os serviços móveis e para o seu serviço de localização de serviços.
para identificar ECs de	Além disso, trata a identificação de contexto de duas formas: contexto direto, que
maior complexidade	é capturado diretamente do ambiente; e contexto indireto, que é identificado
	(através de raciocínio) a partir da combinação de diferentes contextos diretos.
	Trata inconsistência entre informações de contexto através de classificação dos
	contextos (sentido, definido ou deduzido) e de relações de dependência que
	permite incorporar ao raciocínio o uso de probabilidades e redes Bayesianas em
	contextos incertos.
Forma de disseminação	
e compartilhamento de	Armazenamento centralizado das ontologias genérica e de domínio.
informações	
Inferência de contexto	Utiliza comunicação via RMI com os sistemas sensíveis a contexto e utiliza o uso
para adaptação de	de regras no sistemas para determinar comportamentos tornando os serviços
sistemas	context-aware.
Tratamento da	
definições de contexto e	Não trata esta questão
regras de inferência	1
0	

Abordagem	Context Toolkit (2° gen)
Objetivo	Apoiar no desenvolvimento de sistemas sensíveis a contexto
Tipo de arquitetura	Arquitetura distribuída, desenvolvida em Java, onde cada widget, agregador, interpretador e descobridor são implementados como processos distintos. Levando em consideração que foram utilizados mecanismos independentes de linguagem, foram desenvolvidas alguns deste elementos, bem como aplicações, em C++, Python, Visual Basic, etc.
Modelo de GC	Arquitetura distribuídaporém com um dispositivo central responsável por descobrir widgets, agregadores e interpretadores disponíveis.
Forma de identificação de ECs relevantes	Não trata esta questão.
Forma de representação dos ECs	Tuplas atributo-valor
Mecanismo de captura de elemento contextual	Widgets de contexto
Forma de processamento de ECs para identificar ECs de maior complexidade	Agregação e interpretação de contexto Existe um elemento denominado agregador, que tem funcionalidade similar ao widget ao permitir que o contexto que ele adquire seja subscrito, buscado e armazenado. No entanto eles diferem no escopo. Um widget representa o contexto de um sensor em particular, enquanto o agregador é responsável por todo o contexto de uma entidade (pessoa, lugar ou objeto). Este último adquire o contexto dos widgets existentes, aumentando o grau de separação entre a aquisição do contexto e o seu uso.
Forma de disseminação e compartilhamento de informações Inferência de contexto para adaptação de sistemas	Encapsulados em Agregadores (componentes de software) que provêem as aplicações acesso as informações de contexto que são logicamente relacionadas entre si. Utiliza serviços (de forma análoga a widgets) responsáveis pelo controle e alteração de informações no ambiente.
Tratamento da definições de contexto e regras de inferência	Não trata esta questão

Abordagem	CASS - Context-awareness sub-structure (2° gen)				
Objetivo	Middleware desenvolvido para apoiar sistema sensíveis a contexto em dispositivos				
Objetivo	móveis.				
Tipo de arquitetura	Middleware com abordagen centralizada que contém 5 elementos: Interpreter,				
ripo de arquitetura	Context Retriever, Rule Engine, Sensor Listener e um banco de dados.				
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server				
Forma de identificação	Não tunto cota quantão				
de ECs relevantes	Não trata esta questão.				
Forma de representação	Madela entelégica armazonada em banco de dados relacional				
dos ECs	Modelo ontológico armazenado em banco de dados relacional.				
Mecanismo de captura	Nás Sansaras distribuídas par diversas gamputadares				
de elemento contextual	Nós Sensores distribuídos por diversos computadores				
	O Sensor Listener monitora novos dados que chegam através dos sensores e os				
Forma de	armazena no banco de dados. O Context Retriever é responsável por recuperar os				
processamento de ECs	dados contextuais armazenados. As duas classes podem fazer uso do				
para identificar ECs de	Interpretador.				
maior complexidade	O RuleEngine é o mecanismo de inferência que através da base de conhecimento				
	(base de dados de contexto) que identifica contexto de mais alto nível.				
Forma de disseminação	Armazenamento centralizado através de base de dados e comunicação via wireless				
e compartilhamento de	com os Sensors e LocationFinder. A base de dados, conhecida como Context				
informações	Knowledge Base, armazena também regras de inferência e conhecimento de				
informações	domínio para criar contexto de mais alto nível.				
Inferência de contexto	Através do Interpreter, o mecanismo de inferência consulta a base de				
para adaptação de	conhecimento para encontrar contextos similares e soluções atribuídas utilizando				
sistemas	a técnica de forward-chaining.				
Tratamento da					
definições de contexto e	Não trata esta questão				
regras de inferência					

Abordagem	Hydrogen (2° gen)
Objetivo	Framework extensível que apóia a sensibilidade a contexto em dispositivos móveis.
Tipo de arquitetura	Arquitetura em três camadas (Adaptador, Gerenciador e Aplicação) todas localizadas em cada um dos dispositivos móveis utilizados. Permite que dispositivos próximos troquem contexto entre si sem precisar de um centralizador.
Modelo de GC	Arquitetura distribuída com armazenamento centralizado.
Forma de identificação de ECs relevantes	Não trata esta questão. Existe uma estrutura orientada a objetos básica que pode ser extendida para abrigar outros tipos de contexto.
Forma de representação dos ECs	Modelo de contexto orientado a objeto com uma superclasse denominada ContextObject a partir da qual pode-se extender o modelo.
Mecanismo de captura de elemento contextual	Adaptadores (componentes de software) para vários tipos de contexto
Forma de processamento de ECs para identificar ECs de maior complexidade	Interpretação e agregação de dados brutos somente.
Forma de disseminação e compartilhamento de informações	Como o hydrogen se caracteriza por uma rede peer-to-peer de dispositivos móveis, ele não oferece possibilidade de armazenamento persistentes, apenas armazena o contexto corrente e compartilha com outros dispositivos usando WLAN e Bluetooth.
Inferência de contexto para adaptação de sistemas	Utiliza um servidor de context (na camada de Gerenciamento) responsável por armazenar todas as informações de contexto sobre o ambiente corrente do dispositivo e compartilhar essa informação com outros dispositivos. Mas cada aplicação é responsável por tomar decisões sobre a informação que é coletada.
Tratamento da definições de contexto e regras de inferência	Não trata esta questão

Abordagem	Cortex (2° gen)						
	Middleware orientado a contexto que tem como objetivo apoiar o						
01: 7	desenvolvimento de sistemas sensíveis a contexto em um ambiente móvel.						
Objetivo	Depende do uso de serviços específicos construídos para ambientes em rede sem						
	fio.						
	Arquitetura baseada em Sentient Object Model.						
	Sentient Objects - Eles são entidades encapsuladas que consistem de três partes						
	principais: um sensor de captura, uma hierarquia de contexto e um mecanismo de						
Tipo de arquitetura	inferência. Estas entidades especiais são capazes de consumir e produzir eventos.						
	São objetos que recebem eventos como entradas, os processam e geram outros						
	eventos como saída, ou seja, são objetos autônomos capazes de sentir o ambiente						
	e agir de forma proativa, tomam decisões e executam ações.						
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server						
Forma de identificação	N° - +						
de ECs relevantes	Não trata esta questão.						
Forma de representação	As informações são encapsuladas em Sentient Objects e estruturadas de forma						
dos ECs	hierárquica.						
Mecanismo de captura	Através de entidades especiais chamadas de sentient objects que são capazes de						
de elemento contextual	perceber os eventos que acontecem e identificar o contexto existente.						
	A agregação neste caso é obtida pela composição hierárquica dos sentient objects,						
	gerando objetos compostos sensíveis a contexto, agrupando dois ou mais objetos.						
	Como um exemplo de composição, considere um carro, incluindo um						
Forma de	determinado número de controles (motor, transmissão, freio, etc.). Cada um						
processamento de ECs	destes controles pode ser representado por um sentient object. No entanto, o						
para identificar ECs de	carro como um todo também pode ser representando por um sentient object						
maior complexidade	composto, o que incluiria o conjunto dos controles, bem como o resto do						
	maquinário do carro.						
	Os sentient objects possuem um controle lógico, que executa o mecanismo de						
	tomada de decisão						
Forma de disseminação	Existe uma base de dados de contexto com informações do passado, presente e						
e compartilhamento de	predição do futuro baseado na história do contexto armazenado.						
informações	Utiliza STEAM event service para prover comunicação entre os componentes da						
imomiações	arquitetura.						
Inferência de contexto	Como somente um contexto pode existir em um determinado momento, o						
para adaptação de	Sentient Object contendo o contexto habilitado possui regras que mecanismos de						
sistemas	inferência desenvolvidos em CLIPS realizam o raciocínio.						
Tratamento da							
definições de contexto e	Não trata esta questão						
regras de inferência							

Abordagem	Gaia (2° gen)					
Objective	Infraestrutura baseada em agentes com o objetivo de prover serviços móveis de					
Objetivo	forma centralizada.					
Tipo de arquitetura	Arquitetura centralizada. Utiliza MVC extendido					
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server					
Forma de identificação	Nice touch and an area of a					
de ECs relevantes	Não trata esta questão.					
Forma de representação	Predicados quartenários (DAML + OIL) na forma Context (<context type="">,</context>					
dos ECs	<subject>, <relater>, <object>)</object></relater></subject>					
Mecanismo de captura	Duarradanas da Cantanta que são consigos					
de elemento contextual	Provedores de Contexto que são serviços.					
	Módulo contexto-serviço (lógica de primeira ordem)					
Forma de	Os objetos de contexto de mais alto nível são construídos pela execução de					
processamento de ECs	operações lógicas de primeira ordem, como quantificação, implicação, conjunção,					
para identificar ECs de	disjunção e negação do predicado. Esta arquitetura é derivada da Context Toolkit.					
maior complexidade	Este sistema pode determinar contextos de mais alto nível a partir de dados					
	brutos usando interpretação e agregação.					
Forma de disseminação						
e compartilhamento de	Armazenamento centralizado em banco de dados de forma persistente.					
informações						
Inferência de contexto	Aplicações cliente solicitam informações de contexto de baixo e mais alto nível					
para adaptação de						
sistemas	para tomar decisões.					
Tratamento da						
definições de contexto e	Não trata esta questão					
regras de inferência						

Abordagem	ACAI - Agent-Based Context-aware Infrastructure (3° gen)
Objetivo	Infraestrutura que permite coletar, processar, inferir e disseminar informações de
	contexto para aplicações multi-agentes sensíveis a contexto.
Tipo de arquitetura	Arquitetura am camadas, cada uma contendo módulos responsáveis por
	diferentes tarefas (Aplicação, Serviços e Percepção).
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server
Forma de identificação	Não trata esta questão.
de ECs relevantes	
Forma de representação	Uso de ontologias OWL
dos ECs	
Mecanismo de captura de elemento contextual	Na camada de percepção que é responsável pela detecção, captura e aquisição de
	informação de contexto via sensores e agentes.
	Agentes fornecedores de contexto (CPA) encapsulam sensores fontes de contexto
	e capturam a informação bruta, que é interpretada e fornecida a outros agentes
	em um formato que pode ser compreendido.
Forma de	Na camada de serviços, o módulo "Context Inference" identifica contexto
processamento de ECs	complexo que não estão disponíveis diretamente na camada de percepção.
para identificar ECs de	Desenvolvido em Jade utilizando Protege para manipulação da ontologia OWL
maior complexidade	2 coen on the conjune of 1 coege pull manipulação au ontologia o 112
Forma de disseminação e compartilhamento de informações	Contexto pode ser armazenado, consultado e acessado.
	Através da camada de aplicação, provê a interface entre os usuários de
	dispositivos móveis e aplicações e as funcionalidades do serviço de contexto de
	ACAI.
Inferência de contexto	Decide as informações relevantes de serem apresentadas.
para adaptação de	Usa raciocínio lógico, lógica fuzzy e representação semântica de regras para
sistemas	deduzir novos contextos e decidir ações.
Tratamento da	
definições de contexto e	Não trata esta questão
regras de inferência	

Abordagem	Context Management Framework (3° gen)
Objetivo	Infraestrutura que permite reconhecer contexto em tempo real tratando
	incertezas, alterando informações e provendo contexto para aplicações baseado
	em eventos.
Tipo de arquitetura	Arquitetura em camadas com servidor centralizado baseado em blackboard.
Modelo de GC	Networked service / middleware / context-server
Forma de identificação de ECs relevantes	Não trata esta questão.
Forma de representação	Utiliza RDF.
dos ECs	
Mecanismo de captura	Servidores de recursos que coletam dados brutos através de diversas fontes.
de elemento contextual	
Forma de	Serviço de reconhecimento de contexto: que utiliza como entrada átomos de contexto e retorna para o Gerenciador de Contexto um único objeto de mais alto nível. Trata também inconsistências através de redes bayesianas.
processamento de ECs	
para identificar ECs de	
maior complexidade	
Forma de disseminação	Utiliza um servidor centralizado que armazena dados e provê informações as aplicações cliente.
e compartilhamento de	
informações	
Inferência de contexto	Aplicações clientes solicitam ao servidor de contexto que quando um contexto
para adaptação de	específico mudar, elas sejam avisadas. Cada aplicação é responsável por tomar
sistemas	decisões por si própria.
Tratamento da	
definições de contexto e	Não trata esta questão
regras de inferência	

REFERÊNCIAS

- AALST, W. M. P., 2009, "Process-Aware Information Systems: Design, Enactment, and Analysis", Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering, p. 2221–2233.
- AALST, W. M. P. DREILING, A. GOTTSCHALK, F. et al., 2006, "Configurable Process Models as a Basis for Reference Modeling", In: Bussler, C. J., Haller, A. [orgs.] (eds), *Business Process Management Workshops*, , chapter 3812, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 512-518.
- AALST, W. M. P.; HOFSTEDE, A. H. M. T., 2005, "YAWL: Yet Another Workflow Language", *Information Systems*, v. 30, p. 245-275.
- ALLEN-WILLIAMS, M.; JENNINGS, N. R., 2010, "Bayesian Agent Adaptation in Complex Dynamic Systems", Handbook of Research on Complex Dynamic Process Management: Techniques for Adaptability in Turbulent Environments, Minhong Wang (University of Hong Kong, Hong Kong), and Zhaohao Sun (University Of Ballarat, Australia), p. 172-208.
- ANASTASSIU, M., 2011, "Ampliação da Percepção sobre Elementos Contextuais Internos que Impactam em Processos de Negócios". Workshop de Teses e Dissertações do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Salvador, Bahia.
- ANTUNES, P.; MOURAO, H., 2009, "Adding a resilience-enhanced component to the WfMC reference architecture". In: 13th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2009. CSCWD 200913th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2009. CSCWD 2009, p. 558-563
- AVISON, D. E. GOLDER, P. A.; SHAH, H. U., 1992, "Towards an SSM toolkit: rich picture diagramming", *European Journal of Information Systems*, v. 1, n. 6 (set.), p. 397-408.
- BALDAUF, M. DUSTDAR, S.; ROSENBERG, F., 2007, "A survey on context-aware systems", *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, v. 2, p. 263-277.
- BAZIRE, M.; BRÉZILLON, P., 2005, "Understanding Context Before Using It", *Modeling and Using Context*, v. 3554, p. 29-40.
- BECKER, J. DELFMANN, P.; KNACKSTEDT, R., 2007, "Adaptive Reference Modeling: Integrating Configurative and Generic Adaptation Techniques for Information Models", In: Becker, J., Delfmann, P. [orgs.] (eds), Reference Modeling, Heidelberg: Physica-Verlag HD, p. 27-58.
- BHAT, J. M.; DESHMUKH, N., 2005, "Methods for Modeling Flexibility in Business Processes". In: *Proceedings of the CAiSE'05 WorkshopsWorkshop on Business Process Modeling, Development and Support*, Porto, Portugal.
- BIDER, I., 2005, "Masking flexibility behind rigidity: Notes on how much flexibility people are willing to cope with". In: *Proceedings of the CAiSE'05 WorkshopsWorkshop on Business Process Modeling, Development and Support*, p. 7-18, Porto, Portugal.

BLAIR, G. S. FRIDAY, A. GRACE, P. et al., 2000, "Context-aware middleware for pervasive and ad hoc environments", *Computing Department Lancaster University Bailrigg Lancaster UK*, v. 26031, p. 1-9.

BRÉZILLON, P., 1999, "Context in problem solving: a survey", *The Knowledge Engineering Review*, v. 14, p. 47-80.

BRÉZILLON, P., 2007, "Context modeling: task model and practice model". In: *Proceedings* of the 6th international and interdisciplinary conference on Modeling and using context6th international and interdisciplinary conference on Modeling and using context, p. 122–135, Berlin, Heidelberg.

BRÉZILLON, P.; POMEROL, J., 1999, "Contextual knowledge sharing and cooperation in intelligent assistant systems", *Le Travail Humain*, v. 62, n. 3, p. 223-246.

CHEN, H. FININ, T.; JOSHI, A., 2004, "Semantic Web in the context broker architecture". Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications, 2004. PerCom 2004, p. 277-286

CHEN, H., 2004, An Intelligent Broker Architecture for Pervasive Context-Aware Systems, University of Maryland, Baltimore County

CLEMENTS, P.; NORTHROP, L., 2001, Software Product Lines: Practices and Patterns. 3 ed. Addison-Wesley Professional.

CONKLIN, J., 1992, "Capturing Organizational Memory". In: *Proceedings of the GroupWare '92Groupware 1992*, p. 133-137, San Jose, CA.

CZARNECKI, K., 2005, "Mapping features to models: A template approach based on superimposed variants". In: Proceedings of the GPCE'05 - 4th International Conference of Generative Programming and Component Engineering4th International Conference of Generative Programming and Component Engineering, p. 422-437, Tallinn, Estonia.

DEY, A. ABOWD, G.; SALBER, D., 2001, "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications", *Human-Computer Interaction*, v. 16, n. 2 (dez.), p. 97-166.

DILLEY, R., 1999, The problem of context. Berghahn Books.

DUMAS, M. AALST, W. M. VAN DER; HOFSTEDE, A. H. TER, 2005, Process Aware Information Systems: Bridging People and Software Through Process Technology. 1 ed. Wiley-Interscience.

FAHY, P., 2002, "CASS - Middleware for Mobile Context-Aware Applications", *Ieee Pervasive Computing*, v. 3, p. 304–308.

FRIEDMAN, N., 1997, "Learning Belief Networks in the Presence of Missing Values and Hidden Variables", *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Machine Learning*, p. 125-133.

GATTI, L., 2009, *Uma Arquitetura Baseada em Contexto de Atividades para Gestão de Conhecimento em Processos de Trabalho*. Dissertação de M.Sc, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

- GATTI, L. SANTORO, F. M.; NUNES, V. T., 2010, "An agent-based architecture for knowledge management in context-aware business processes". 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2010. CSCWD 2010, p. 318-323, Shanghai, China.
- GEREDE, C. E. BHATTACHARYA, K.; JIANWEN SU, 2007, "Static Analysis of Business Artifact-centric Operational Models". *IEEE International Conference on Service-Oriented Computing and Applications*, 2007. SOCA '07, p. 133-140
- GIORGINI, P. MYLOPOULOS, J. NICCHIARELLI, E. et al., 2002, "Reasoning with Goal Models"., p. 167–181, London, UK, UK.
- GU, T. PUNG, H.; ZHANG, D., 2005, "A service-oriented middleware for building context-aware services", *Journal of Network and Computer Applications*, v. 28, n. 1 (jan.), p. 1-18.
- HEVNER, A.; CHATTERJEE, S., 2010, Design Research in Information Systems: Theory and Practice. Springer.
- HEVNER, A. MARCH, S. PARK, J. et al., 2004, "Design Science in Information Systems Research", *Management Information Systems Quarterly*, v. 28, n. 1, p. 75-105.
- HOFER, T. SCHWINGER, W. PICHLER, M. et al., 2003, "Context-Awareness on Mobile Devices the Hydrogen Approach"., p. 292.1–, Washington, DC, USA.
- JABLONSKI, S.; AALST, W. M. P., 2000, "Dealing with workflow change: identification of issues and solutions", *Changes*, v. 15, n. 5, p. 267-276.
- JAUFMAN, O.; MÜNCH, J., 2005, "Acquisition of a Project-Specific Process". In: Proceedings of the 6th International Conference on Product Focused Software Process Improvement6th International Conference on Product Focused Software Process Improvement, p. 328-342, Oulu, Finland.
- JENNINGS, N. R.; WOOLDRIDGE, M., 2000, "Agent-Oriented Software Engineering", ARTIFICIAL INTELLIGENCE, v. 117, p. 277-296.
- KHEDR, M., 2005, "ACAI: agent-based context-aware infrastructure for spontaneous applications", *Journal of Network and Computer Applications*, v. 28, n. 1 (jan.), p. 19-44.
- KHEDR, M.; KARMOUCH, A., 2004, "Negotiating Context Information in Context-Aware Systems", *IEEE Intelligent Systems*, v. 19, n. 6 (nov.), p. 21–29.
- KLEMKE, R., 2000, "Context Framework an Open Approach to Enhance Organisational Memory Systems with Context Modelling Techniques". In: *PAKM 2000 Proceedings of the Third International ConferencePAKM 2000 Third International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management*, Basel, Switzerland.
- KOKINOV, B. N., 1999, "Dynamics and Automaticity of Context: A Cognitive Modeling Approach"., p. 200–213
- KRAMER, S., 1995, *Predicate Invention: A Comprehensive View* Technical Report OFAI-TR-95-32 Disponível em: http://citeseer.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.45.4258.

- VAN KRANENBURG, H. BARGH, M. S. IACOB, S. et al., 2006, "A context management framework for supporting context-aware distributed applications", *IEEE Communications Magazine*, v. 44, n. 8 (ago.), p. 67-74.
- KUENG, P.; KAWALEK, P., 1997, "Goal-based business process models: creation and evaluation", *Business Process Management Journal*, v. 3, n. 1 (abr.), p. 17-38.
- KUMAR, K.; NARASIPURAM, M. M., 2006, "Defining requirements for business process flexibility". In: *Proceedings of the CAiSE'06 WorkshopsWorkshop on Business Process Modeling, Development, and Support (BPMDS'06)*, p. 137–148
- LANZ, A. KREHER, U. REICHERT, M. et al., 2010, "Enabling Process Support for Advanced Applications with the AristaFlow BPM Suite". In: *Proc. of the Business Process Management 2010 Demonstration TrackBusiness Process Management 2010 Demonstration Track*, Hoboken, New Jersey, USA.
- MAGDALENO, A. M., 2010a, Apoio à Decisão para o Balanceamento de Colaboração e Disciplina nos Processos e Desenvolvimento de Software. Exame de qualificação, COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro
- MAGDALENO, A. M., 2010b, "An Optimization-based Approach to Software Development Process Tailoring". 2010 Second International Symposium on Search Based Software Engineering (SSBSE), p. 40-43
- MATTOS, T., 2011, "Um Componente de Arquitetura para Suporte à Identificação de Contexto em Processos de Negócio". Workshop de Teses e Dissertações do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Salvador, Bahia.
- MCCARTHY, J., 1993, "Notes on formalizing context". In: *Proceedings of the 13th international joint conference on Artifical intelligence*, p. 555–560, Chambery, France.
- MEJIA BERNAL, J. FALCARIN, P. MORISIO, M. et al., 2010, "Dynamic context-aware business process: a rule-based approach supported by pattern identification". In: *SAC '10:* Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing, p. 470-474, Sierre, Switzerland.
- MONTERO, I. PEÑA, J.; RUIZ-CORTÉS, A., 2007, "Business Family Engineering: Does it make sense?". In: Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (Tjisbd)II Congreso Español de Informática, p. 34-40
- MYLOPOULOS, J. CHUNG, L.; YU, E., 1999, "From object-oriented to goal-oriented requirements analysis", *Commun. ACM*, v. 42, n. 1 (jan.), p. 31–37.
- NUNES, V. T. SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. S., 2007, "Capturing Context about Group Design Processes". 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2007. CSCWD 2007, p. 18-23, Melbourne, Australia.
- NUNES, V. T. SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. S., 2006, "Context in Knowledge-Intensive Collaborative Work"., p. 1-6, Nanjing, China.
- NUNES, V. T., 2007, Um Modelo de Suporte à Gestão de Conhecimento Baseado em Contexto. Dissertação de M.Sc, Universidade Federal do Rio de Janeiro

- NUNES, V. T., 2011, *Dynamic Process Adaptation: A context-aware approach* PHD Symposium of the 9th International Conference on Business Process Management Disponível em: http://bpm2011.isima.fr/.
- NUNES, V. T. MAGDALENO, A. M.; WERNER, C. M. L., 2010a, Modelagem de contexto sobre o domínio de processos de desenvolvimento de software Relatório Técnico ES-734/10, COPPE/UFRJ. Disponível em: http://www.cos.ufrj.br.
- NUNES, V. T. SANTORO, F. M. BRÉZILLON, P. et al., 2011a, "Contextualizing dynamic process adaptation". 7th International Workshop on Modeling and Reasoning in Context 7th International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using (CONTEXT'11), Karlsruhe, Germany.
- NUNES, V. T. SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. S., 2009, "A context-based model for Knowledge Management embodied in work processes", *Information Sciences*, v. 179 (jul.), p. 2538-2554.
- NUNES, V. T. WERNER, C. M. L.; SANTORO, F. M., 2010b, "Context-based Process Line". *ICEIS 2010 12th International Conference on Enterprise Information Systems*, p. 277-282, Funchal, Madeira, Portugal.
- NUNES, V. T. WERNER, C.; SANTORO, F. M., 2011b, "Dynamic process adaptation: A context-aware approach". *CSCWD 2011 15th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, p. 97-104, Lausanne, Switzerland.
- ODELL, J., 2011. The Foundation for Intelligent Physical Agents. Disponível em: http://www.fipa.org/. Acesso em: 9 nov 2011.
- PEDREIRA, O. PIATTINI, M. LUACES, M. R. et al., 2007, "A systematic review of software process tailoring", *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 32, n. 3 (maio.), p. 1-6.
- PESIC, M. SCHONENBERG, H.; VAN DER AALST, W. M. P., 2007, "DECLARE: Full Support for Loosely-Structured Processes". In: *Proceedings of the 11th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference*, p. 287–300, Washington, DC, USA.
- POHL, K. BÖCKLE, G.; LINDEN, F. J. VAN DER, 2005, Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques. Secaucus, NJ, USA, Springer-Verlag New York, Inc.
- PUHLMANN, F. SCHNIEDERS, A. WEILAND, J. et al., 2005, *Variability Mechanisms for Process Models* 17/2005, Hasso Plattner Institut. Disponível em: frapu.de/pdf/PESOA_TR_17-2005.pdf.
- RALYTÉ, J.; HENDERSON-SELLERS, B., 2010, "Situational Method Engineering: State-of-the-Art Review", *Journal Of Universal Computer Science*, v. 16, n. 3, p. 424-478.
- RANGANATHAN, A.; CAMPBELL, R. H., 2003, "A middleware for context-aware agents in ubiquitous computing environments". In: *Proceedings of the ACM/IFIP/USENIX* 2003 International Conference on Middleware, p. 143–161, New York, NY, USA.

RANGANATHAN, A. MUHTADI, J. A.; CAMPBELL, R. H., 2004, "Reasoning about Uncertain Contexts in Pervasive Computing Environments", *IEEE Pervasive Computing*, v. 3, n. 2, p. 62–70.

RAZAVIAN, M.; KHOSRAVI, R., 2008, "Modeling Variability in Business Process Models Using UML". In: Fifth International Conference on Information Technology: New Generations, 2008. ITNG 2008Fifth International Conference on Information Technology: New Generations, 2008. ITNG 2008, p. 82-87

REGEV, G. BIDER, I.; WEGMANN, A., 2007, "Defining business process flexibility with the help of invariants", *Software Process: Improvement and Practice*, v. 12, n. 1, p. 65-79.

REICHERT, M.; DADAM, P., 2009, "Enabling Adaptive Process-aware Information Systems with ADEPT2.", In: Cardoso, J., Aalst, W. van der [orgs.] (eds), *Handbook of Research on Business Process Modeling*, Hershey, New York: Information Science Reference, p. 173–203.

REVOREDO, K., 2009, Revisão de Teorias Relacionais Probabilísticas através de Exemplos com Invenção de Predicados, Universidade Federal do Rio de Janeiro

ROMBACH, D., 2006, "Integrated Software Process and Product Lines", In: Li, M., Boehm, B., Osterweil, L. J. [orgs.] (eds), *Unifying the Software Process Spectrum*, , chapter 3840, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 83-90.

LA ROSA, M., 2009, Managing variability in process-aware information systems Disponível em: http://eprints.qut.edu.au/20531/.

ROSEMANN, M.; AALST, W. M. P., 2007, "A configurable reference modelling language", *Inf. Syst.*, v. 32, n. 1 (mar.), p. 1–23.

ROSEMANN, M., 2010, "The Context-Aware Organization". Keynote Speaker in The IV IFIP International Conference on Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems (CONFENIS), Rio Grande do Norte, Brazil.

ROSEMANN, M.; RECKER, J., 2006, "Context-aware Process Design: Exploring the Extrinsic Drivers for Process Flexibility."., p. 149-158, Luxembourg.

ROSEMANN, M. RECKER, J. C.; FLENDER, C., 2008, "Contextualisation of business processes", *International Journal of Business Process Integration and Management*, v. 3, n. 1, p. 47–60.

ROSEMANN, M. RECKER, J.; FLENDER, C., 2010, "Designing Context-Aware Business Processes", *Systems Analysis and Design: People, Processes and Projects*, M.E. Sharpe Inc., Armonk, New York.: Chiang R, Siau K, Hardgrave B, p. 51-73.

SAIDANI, O.; NURCAN, S., 2007, "Towards context aware business process modelling". Workshop on Business Process Modelling, Development, and Support (BPMDS), Trondheim, Norway.

SCHEER, A.-W., 1997, Business Process Engineering: Reference Models for Industrial Enterprises. 2 ed. Springer.

- SCHEER, A.-W., 2000, *Aris-Business Process Modeling*. 3 ed. Secaucus, NJ, USA, Springer-Verlag New York, Inc.
- SCHONENBERG, H. MANS, R. RUSSELL, N. et al., 2008, "Process Flexibility: A Survey of Contemporary Approaches", In: Dietz, J. L. G., Albani, A., Barjis, J. [orgs.] (eds), *Advances in Enterprise Engineering I*, , chapter 10, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 16-30.
- SHARP, A.; MCDERMOTT, P., 2001, Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development. 1 ed. Artech House Publishers.
- SINGH, A.; CONWAY, M., 2006, Survey of Context aware Frameworks Analysis and Criticism, University of North Carolina, Chapel Hill.
- SMITH, H.; FINGAR, P., 2003, Business Process Management (BPM): The Third Wave. 1 ed. Meghan Kiffer Pr.
- SNOWDON, R. A. WARBOYS, B. C. HOLL, C. et al., 2007, "On the architecture and form of flexible process support", *Software Process Improvement and Practice*, v. 12, n. 1, p. 21-34.
- SOFFER, P. GHATTAS, J.; PELEG, M., 2010, "A Goal-Based Approach for Learning in Business Processes", In: Nurcan, S., Salinesi, C., Souveyet, C., et al. [orgs.] (eds), *Intentional Perspectives on Information Systems Engineering*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 239-256.
- SOFFER, P.; WAND, Y., 2005, "On the notion of soft-goals in business process modeling", *Business Process Management Journal*, v. 11, n. 6 (dez.), p. 663-679.
- SUN, Z. HAN, J.; DONG, D., 2008, "Five Perspectives on Case Based Reasoning", In: Huang, D.-S., Wunsch, D. C., Levine, D. S., et al. [orgs.] (eds), *Advanced Intelligent Computing Theories and Applications. With Aspects of Artificial Intelligence*, , chapter 5227, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 410-419.
- TEIXEIRA, E. N., 2011, ODYSSEYPROCESS-FEX: Uma Abordagem para Modelagem de Variabilidades de Linha de Processos de Software. Dissertação de M.Sc, COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro
- VERNER, L., 2004, "BPM: The Promise and the Challenge", Queue, v. 2, n. 1 (mar.), p. 82–91.
- VIEIRA, V., 2008, CEManTIKA: A Domain-Independent Framework for Designing Context-Sensitive System. Phd Thesis, Universidade Federal de Pernambuco
- WANG, X. H. ZHANG, D. Q. GU, T. et al., 2004, "Ontology based context modeling and reasoning using OWL". In: Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on, p. 18-22
- WASHIZAKI, H., 2006, "Building Software Process Line Architectures from Bottom Up", In: Münch, J., Vierimaa, M. [orgs.] (eds), *Product-Focused Software Process Improvement*, , chapter 4034, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 415-421.

WEBER, B. SADIQ, S.; REICHERT, M., 2009, "Beyond rigidity – dynamic process lifecycle support", *Computer Science - Research and Development*, v. 23, p. 47-65.

WERNER, C. M. L. ARAUJO, R. M. SANTORO, F. M. et al., 2011, "Balanceando Colaboração e Disciplina em Processos de Desenvolvimento de Software". *Projeto de Pesquisa - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, Rio de Janeiro.

WESKE, M., 2007, Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. 1 ed. Springer.

WORDNET, 2010. WordNet. WordNet - A lexical database for English. Disponível em: http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn. Acesso em: 10 set 2011.

XU, P.; RAMESH, B., 2008, "Using Process Tailoring to Manage Software Development Challenges", *IT Professional*, v. 10, n. 4 (jul.), p. 39-45.

ZHAO, G. LUO, B.; MA, J., 2006, "Matching Case History Patterns in Case-Based Reasoning", In: Huang, D.-S., Li, K., Irwin, G. W. [orgs.] (eds), *Intelligent Computing in Signal Processing and Pattern Recognition*, , chapter 345, Springer Berlin Heidelberg, p. 312-321.

ZIMMER, T., 2006, "Qoc: Quality of context - improving the performance of context-aware applications". *ADVANCES IN PERVAISIVE COMPUTING 2006*, Dublin.