

Utilização dos Preceitos da Teoria da Atividade na Elicitação dos Requisitos do Software

Luiz Eduardo Galvão Martins
martins@cce.unimep.br
Universidade Metodista de Piracicaba - Unimep

Beatriz Mascia Daltrini
beatriz@dca.fee.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Resumo

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a possibilidade de utilização de alguns preceitos da Teoria da Atividade para a elicitação dos requisitos do software. Para isso é proposta uma abordagem de elicitação de requisitos a partir de alguns princípios oriundos desta Teoria. Inicialmente são destacados alguns problemas relativos à elicitação de requisitos. Em seguida é feita uma explanação sobre os principais preceitos da Teoria da Atividade. No final é apresentado um estudo de caso onde é empregada uma abordagem sugerida para a elicitação de requisitos.

1. Introdução.

Uma questão fundamental na Engenharia de Requisitos é como encontrar as reais necessidades do usuário para a futura implementação do software. Pesquisas tem comprovado que muitos projetos de implementação de software têm falhado por problemas de elicitação¹ dos requisitos do software [1] [8], ou seja, os requisitos obtidos muitas vezes são incompletos, mal entendidos e ambíguos.

Identificar corretamente os requisitos do software não é uma tarefa fácil, em parte devido à própria natureza abstrata do software. Para entendermos melhor os problemas enfrentados na elicitação dos requisitos podemos analisá-los a partir de dois grandes grupos [4][6]: problemas acidentais e problemas essenciais.

Os problemas acidentais são aqueles oriundos da falta de controle sobre aquilo que precisa ser construído, dentre os quais podemos destacar: pouco esforço despendido no levantamento de informações junto ao usuário, documentação pobre sobre o requisitos obtidos, pouca revisão dos requisitos obtidos, especificações incorretas dos requisitos e tendência em iniciar logo o processo de desenvolvimento do software.

¹ Elicitação: (do inglês *elicitation*) descobrir, obter informação sobre alguma coisa obscura.

Os problemas essenciais são aqueles inerentes à elicitación dos requisitos, dentre os quais podemos destacar: dificuldade do usuário em saber efetivamente o que ele quer, dificuldade de comunicação entre usuário e desenvolvedor e a natureza mutante dos requisitos.

Os problemas acidentais podem ser considerados menos difíceis de serem superados. A adoção de um processo sistemático que oriente a elicitación, análise, especificación, validación e gerenciamento dos requisitos tende a solucionar, ou pelo menos minimizar, os problemas dessa categoria.

No entanto, os problemas essenciais são mais difíceis de serem superados, uma vez que fazem parte da natureza dos requisitos. A adoção de um processo sistemático para a engenharia de requisitos, principalmente no que se refere a especificación, validación e gerenciamento dos requisitos, também poderá ajudar na superación dos problemas essenciais. Porém, a problemática que naturalmente existe no processo de comunicação e compreensão humana, que está no cerne da elicitación de requisitos, necessitará de uma abordagem que leve em consideración o contexto em que as pessoas exercem suas atividades e reconhecem os objetos que lhe são pertinentes, o histórico de evolução dessas atividades e seus instrumentos de mediação, e outros aspectos de relevância social e psicológica que afetam os usuários do software a ser desenvolvido.

Dessa forma, entendemos que os problemas essenciais da elicitación de requisitos não poderão ser resolvidos numa abordagem puramente tecnológica, uma vez que os aspectos sociais assumem grande importância nessa atividade [7]. A maioria dos softwares são desenvolvidos sem nenhum auxílio das ciências sociais (como psicologia, sociologia, antropologia etc.), não abordando de forma sistemática as necessidades do usuário, tanto em nível individual como organizacional.

Argüiremos neste artigo que a utilização de alguns preceitos da Teoria da Atividade, oriunda da psicologia soviética, pode trazer significativos benefícios para a elicitación de requisitos do software.

2. A Teoria da Atividade.

A Teoria da Atividade, num sentido amplo, pode ser definida como uma estrutura filosófica e interdisciplinar para estudar diferentes formas de práticas humanas de processos de desenvolvimento, tanto no nível individual como no nível social. Ela tem raízes históricas oriundas de três vertentes: a filosofia clássica Alemã dos séculos XVIII e XIX (de Kant a Hegel); os escritos de Marx e Engels, que elaboraram o conceito de atividade; e a psicologia Soviética, fundada por Vygostky, Leont'ev e Lúria. O termo "Teoria da Atividade" surgiu durante as décadas de 1920 e 1930, dentro da escola histórico-cultural Soviética de psicologia [10] [11].

2.1 Princípios Básicos da Teoria da Atividade.

A Teoria da Atividade é formada por um conjunto de princípios que constituem um sistema conceitual geral. Os princípios básicos da Teoria da Atividade são [10][11]:

- (1) *Princípio da unidade entre consciência e atividade.* É considerado o princípio

fundamental da Teoria da Atividade, onde consciência e atividade são concebidas de forma integrada. A consciência significa a mente humana como um todo, e a atividade a interação humana com sua realidade objetiva. Este princípio declara que a mente humana emerge e existe como um componente especial da interação humana com o seu ambiente. A mente é um órgão especial que aparece no processo de evolução para ajudar organismos a sobreviverem. Assim, ele pode ser analisado e entendido somente dentro do contexto da atividade humana.

- (2) *Princípio da orientação a objetos.* Este princípio enfoca a abordagem da Teoria da Atividade para o ambiente no qual seres humanos interagem. Seres humanos vivem num ambiente que é significativo para eles. Este ambiente consiste de entidades que combinam todos os tipos de características objetivas, incluindo aquelas determinadas culturalmente, que por sua vez determinam as formas como as pessoas agem sobre essas entidades.
- (3) *Princípio da estrutura hierárquica da atividade.* A Teoria da Atividade diferencia os procedimentos humanos em vários níveis (atividade, ação e operação), levando em conta os objetivos para os quais estes procedimentos são orientados. A importância dessa distinção é determinada pela atitude ecológica² da Teoria da Atividade. Numa situação real, esta distinção é frequentemente necessária para prever o comportamento humano. Para esta finalidade ela é de importância crítica para a diferenciação entre motivos, metas e condições, que estão associados a atividade, ação e operação, respectivamente.
- (4) *Princípio da internalização-externalização.* Descreve os mecanismos básicos da origem dos processos mentais. Ele declara que processos mentais são derivados das ações externas através do curso da internalização. Internalização é o processo de absorção de informações (nas suas diversas formas) realizado pela mente humana, que ocorre a partir do contato com o ambiente em que a pessoa está inserida. A externalização é o processo inverso da internalização, manifestado através de atos, de tal forma que eles possam ser verificados e corrigidos se necessário.
- (5) *Princípio da mediação.* A atividade humana é mediada por um número de ferramentas, tanto externas (por exemplo: um machado ou um computador) como internas (por exemplo: uma heurística ou um conceito). As ferramentas são “veículos” da experiência social e do conhecimento cultural.
- (6) *Princípio do desenvolvimento.* De acordo com a Teoria da Atividade, entender um fenômeno significa conhecer como ele se desenvolveu até sua forma atual, pois ao longo do tempo ele sofre alterações. Compreender estas alterações auxiliará no entendimento do seu estado atual.

Esses princípios não são idéias isoladas, eles estão intimamente ligados. A natureza da Teoria da Atividade é manifestada nesse conjunto de princípios.

2.2. O Conceito de Atividade.

Segundo a Teoria da Atividade uma atividade é uma forma de agir de um sujeito direcionada

²Para entender o comportamento humano deve-se levar em conta o seu ambiente.

para um objeto. No nível individual, uma atividade possui três elementos: *sujeito*, *objeto* e *ferramenta de mediação*. O *sujeito* é o agente que atua sobre o objeto da atividade. O *objeto* é o elemento para o qual as ações da atividade estarão direcionadas, um objeto pode ser algo material, ou algo menos tangível, como um plano ou uma idéia qualquer. O relacionamento recíproco entre o sujeito e o objeto da atividade é sempre mediado por uma ou mais *ferramentas* (também chamadas de artefatos de mediação), que podem ser instrumentos, sinais, procedimentos, máquinas, métodos, leis, formas de organização de trabalho etc. Ferramentas sempre possuem um papel de mediação, usadas no processo de transformação do objeto [10].

A *figura 1* representa a estrutura de relacionamento, no nível individual, entre o sujeito e o objeto no contexto de uma atividade, onde a ferramenta assume um papel importante na mediação entre eles. Através desta mediação algum resultado deve ser obtido. Transformar um objeto para um resultado motiva a existência de uma atividade.

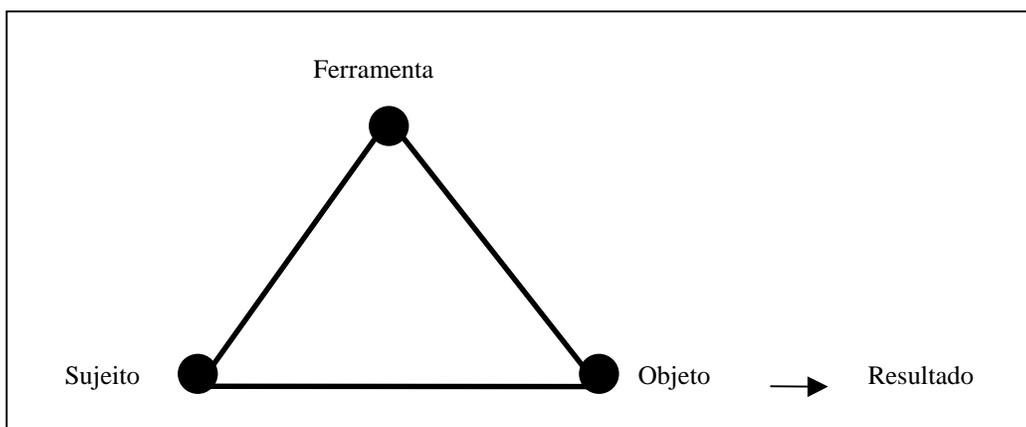


Figura 1 - Relacionamento mediado entre sujeito e objeto no nível individual [5] [10].

Para exemplificar a estrutura acima considere a seguinte atividade: "codificar um programa". Nesse caso, o sujeito da atividade seria um programador, a ferramenta de mediação seria um editor de texto, o objeto a ser transformado seria um algoritmo e o resultado seria o programa fonte pronto para compilação (vide *figura 2*).

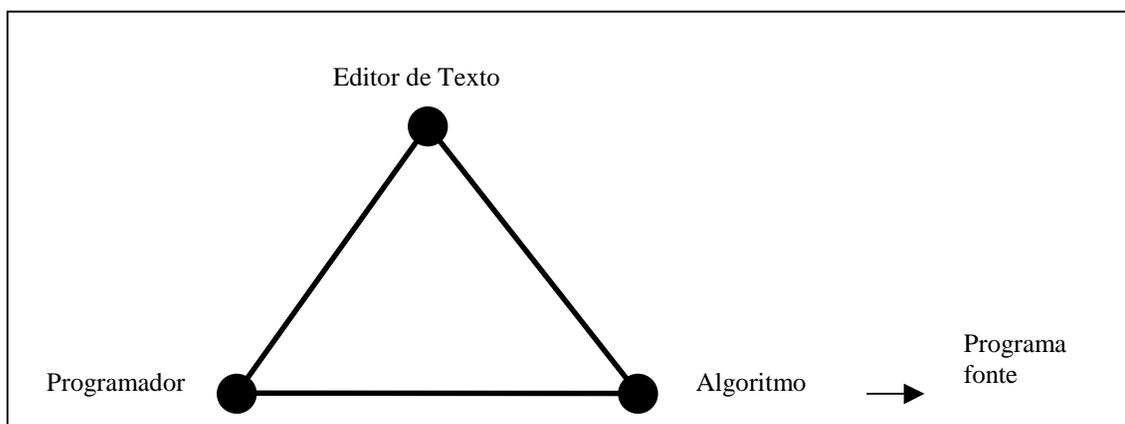


Figura 2 - Estrutura da atividade "codificar um programa".

Embora a representação do relacionamento mediado entre sujeito e objeto no nível individual seja útil, essa estrutura é simples demais para representar as considerações de relações sistêmicas existentes entre o sujeito e o seu ambiente, uma vez que essas relações são encontradas em muitas atividades. Assim, um novo elemento deve ser adicionado: a *comunidade*. Uma comunidade é formada por todos os sujeitos que compartilham um mesmo objeto. Quando se introduz o conceito de *comunidade* novas formas de mediação aparecem (além daquela possibilitada pelas ferramentas), estas novas formas de mediação são denominadas *regras* e *divisão de trabalho* (vide figura 3).

As *regras*, enquanto uma forma de mediação entre o sujeito e a comunidade, são normas implícitas ou explícitas estabelecidas por convenções e relações sociais dentro da comunidade. A *divisão de trabalho*, enquanto forma de mediação entre a comunidade e o objeto, se refere a forma de organização de uma comunidade, relacionada ao processo de transformação de um objeto para um resultado.

Todas as formas de mediação (ferramentas, regras e divisão de trabalho) possuem um desenvolvimento histórico próprio, com características particulares relacionadas ao contexto em que foram desenvolvidas.

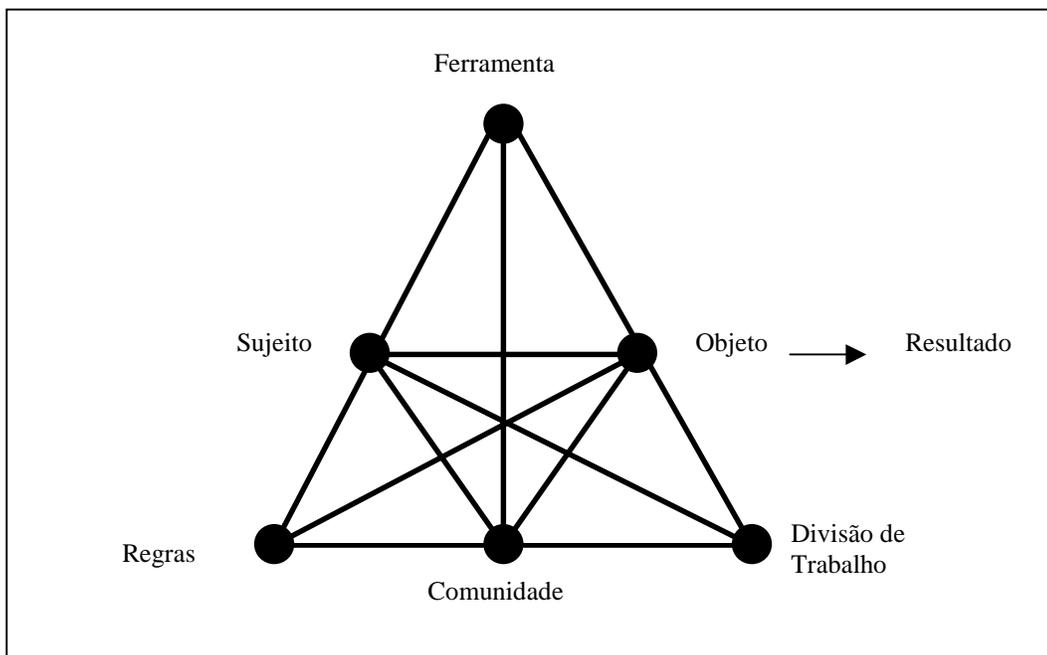


Figura 3 - Modelo sistêmico da atividade [5] [10].

Segundo a Teoria da Atividade, atividades não são estáticas, possuem evolução, normalmente não linear. Cada atividade tem sua própria história, embutindo “fases” passadas. Uma análise histórica do desenvolvimento é freqüentemente necessária para o entendimento da situação corrente.

2.3 Níveis de uma Atividade.

Uma atividade é decomposta em *ações*, e cada ação é decomposta em *operações* (vide *figura 4*). Atividades são formações de longo prazo, seus objetos são transformados em resultados não apenas uma vez, mas através de um processo que tipicamente consiste em várias fases ou etapas. Assim, uma atividade, concebida como tal num dado momento, passou por um processo de evolução, onde ações e operações podem ter sido criadas, eliminadas e transformadas para que a atividade chegasse ao seu “formato” atual [10].

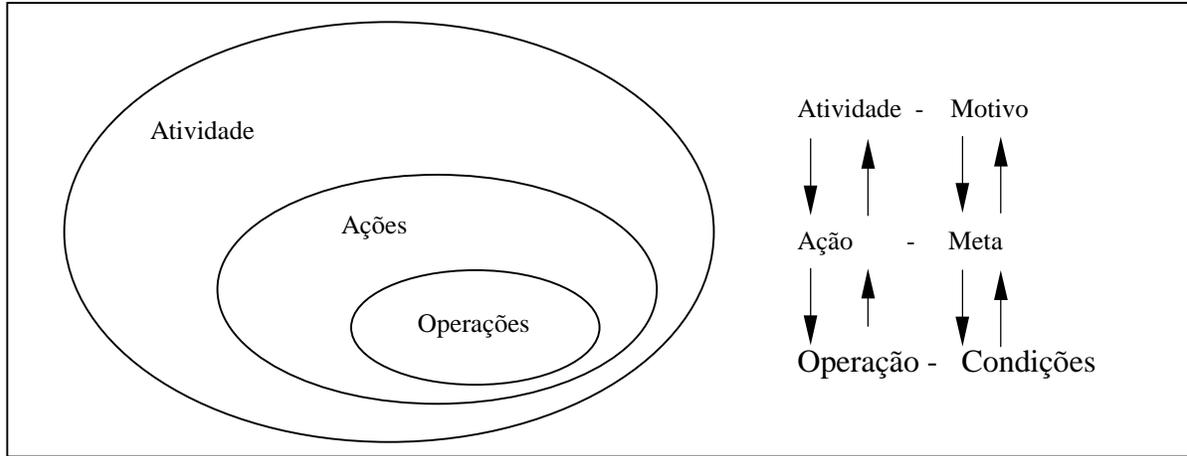


Figura 4 - Níveis hierárquicos de uma atividade.

Enquanto uma atividade é orientada por um motivo, as ações são orientadas a metas, e as operações orientadas a condições. Uma atividade é realizada através de ações cooperativas ou individuais, podendo se estabelecer cadeias ou redes de ações que estão relacionadas umas com as outras por buscarem atingir a mesma meta.

Uma característica importante de uma ação é que ela é planejada antes de sua execução efetiva, diferentemente de uma operação, que é executada de forma automática, sem um planejamento prévio, bastando apenas uma análise das condições atuais para a sua execução. O planejamento de uma ação é feito de forma consciente, usando-se algum modelo mental para isso, quanto melhor o modelo mais sucesso terá a ação. Este planejamento para a execução de uma ação é chamado de orientação.

Quando uma ação é realizada várias vezes e alcança um nível de maturidade suficiente para que ela possa ser executada automaticamente, ou seja, sem um planejamento prévio, então ela passa para o nível de operação. Dessa forma, uma operação foi uma ação que se tornou comum no contexto de uma atividade, pois é executada com um alto grau de repetição dentro deste contexto.

Na *tabela 1* damos um exemplo de decomposição de uma atividade. A atividade "Faturar uma Venda" foi decomposta nas ações "emitir Nota Fiscal" e "emitir duplicatas". A atividade "Faturar uma Venda" é motivada pela necessidade de documentar a venda para efeitos fiscais e fazer o parcelamento da mesma. A ação "emitir Nota Fiscal" tem como meta gerar uma nota fiscal nos padrões da legislação fiscal, para efeitos de arquivo e documentação, e a ação "emitir duplicatas" tem como meta gerar a documentação necessário para o pagamento parcelado da venda realizada.

Atividade	Ações	Operações
Faturar uma Venda	Emitir Nota Fiscal	Preencher campos da NF
		Calcular impostos
		Imprimir NF
	Emitir duplicatas	Gerar datas de vencimento
		Imprimir duplicatas

Tabela 1- Decomposição da atividade "Faturar uma Venda".

3. Uma Abordagem de Elicitação de Requisitos a partir da Teoria da Atividade.

Muitas teorias psicológicas utilizam a ação humana como unidade básica de análise de situações [10]. Essa abordagem pode oferecer resultados positivos quando a ação em questão é analisada de forma isolada, como por exemplo uma situação "fechada", projetada para análise de laboratório.

No entanto, na vida real, a ação humana deve ser analisada dentro de um contexto, para que possa fazer sentido e ser compreendida. Segundo a Teoria da Atividade, um contexto mínimo é dado quando a ação humana é analisada dentro de uma atividade (conforme o conceito de atividade visto na seção 2.2). Dessa forma, a atividade passa a ser vista como a unidade básica de análise de situações.

Para que possamos obter adequadamente os requisitos do software, precisamos entender, entre outras coisas, as atividades realizadas pelos agentes envolvidos no sistema em que o futuro software será implementado. Assim, adotaremos a idéia da atividade como unidade básica de análise na elicitação de requisitos. Exploraremos essa abordagem no estudo de caso apresentado a seguir.

3.1 Apresentação do Estudo de Caso.

O estudo de caso apresentado é sobre a construção de um software para controle de protocolos da secretaria de uma faculdade. A declaração do problema a seguir foi obtida a partir de uma situação real, onde foi realizada uma entrevista do tipo aberta [7] com a secretária da faculdade.

Declaração Inicial do Problema.

"O sistema de protocolos consiste em controlar os documentos que entram e saem da secretaria da faculdade. Para qualquer documento que entra ou sai da faculdade é gerado um número de protocolo e preenchido os campos do quadro de registro de protocolos (figura 5).

(1) Protocolo n° _____	(4)Origem	(5)Data	(6)Rec	(7)Destino	(8)Data	(9)Rec
(2) Nome: _____						
(3)Assunto: _____						

Figura 5 - Quadro de registro de protocolo.

Os campos apresentados no quadro de registro de protocolo têm o seguinte significado:

1. Número do protocolo
2. Nome de quem encaminhou (local/setor)
3. Assunto
4. Origem (de onde veio/quem assinou)
5. Data do recebimento
6. Quem recebeu (nome do responsável)
7. Destino (para quem veio o documento)
8. Data que o documento foi encaminhado para o destinatário
9. Assinatura do destinatário (ou alguma informação de como chegou para o destinatário)

Essas informações são anotadas de forma a se manter registros sobre os documentos que circulam pela secretaria da Faculdade. Esses registros são importantes para comprovar o envio e o recebimento deles e para consultas posteriores. Num mesmo protocolo podem ser registradas até cinco "movimentações" (entrada ou saída do mesmo documento/processo).

Atualmente este controle é feito manualmente. Os protocolos ficam registrados num livro, onde cada folha do livro comporta até 10 registros de protocolo. Todas as folhas são numeradas."

3.2 Abordagem para a Elicitação dos Requisitos.

A abordagem que adotaremos para a elicitação de requisitos do estudo de caso apresentado consiste dos seguintes passos:

1. Identificar procedimentos realizados no sistema que possam ser classificados como atividades.
2. Para cada atividade identificar: sujeito, ferramenta, objeto, comunidade, regras, divisão de trabalho e resultado (representação do modelo sistêmico da atividade).
3. A partir do modelo sistêmico da atividade, decompô-la em ações e operações.

1. Procedimentos Classificados como Atividades

Para identificarmos procedimentos (ou processos) que possam ser classificados como atividades utilizaremos como base os princípios (1), (2) e (3) da Teoria da Atividade, citados na seção 2.1. Dessa forma podemos classificar como atividades, a título de exemplos, os seguintes procedimentos:

- Criar protocolo
- Atualizar protocolo
- Consultar protocolo por data

2. Modelos Sistêmicos

Após a identificação das atividades, podemos desenvolver os modelos sistêmicos das mesmas. Nos modelos sistêmicos devemos obter os elementos que compõem as atividades "*criar protocolo*", "*atualizar protocolo*" e "*consultar protocolo por data*", conforme

apresentado nas *figuras 6, 7 e 8*, respectivamente. Esses modelos levam em conta os princípios (2) e (5) da Teoria da Atividade.

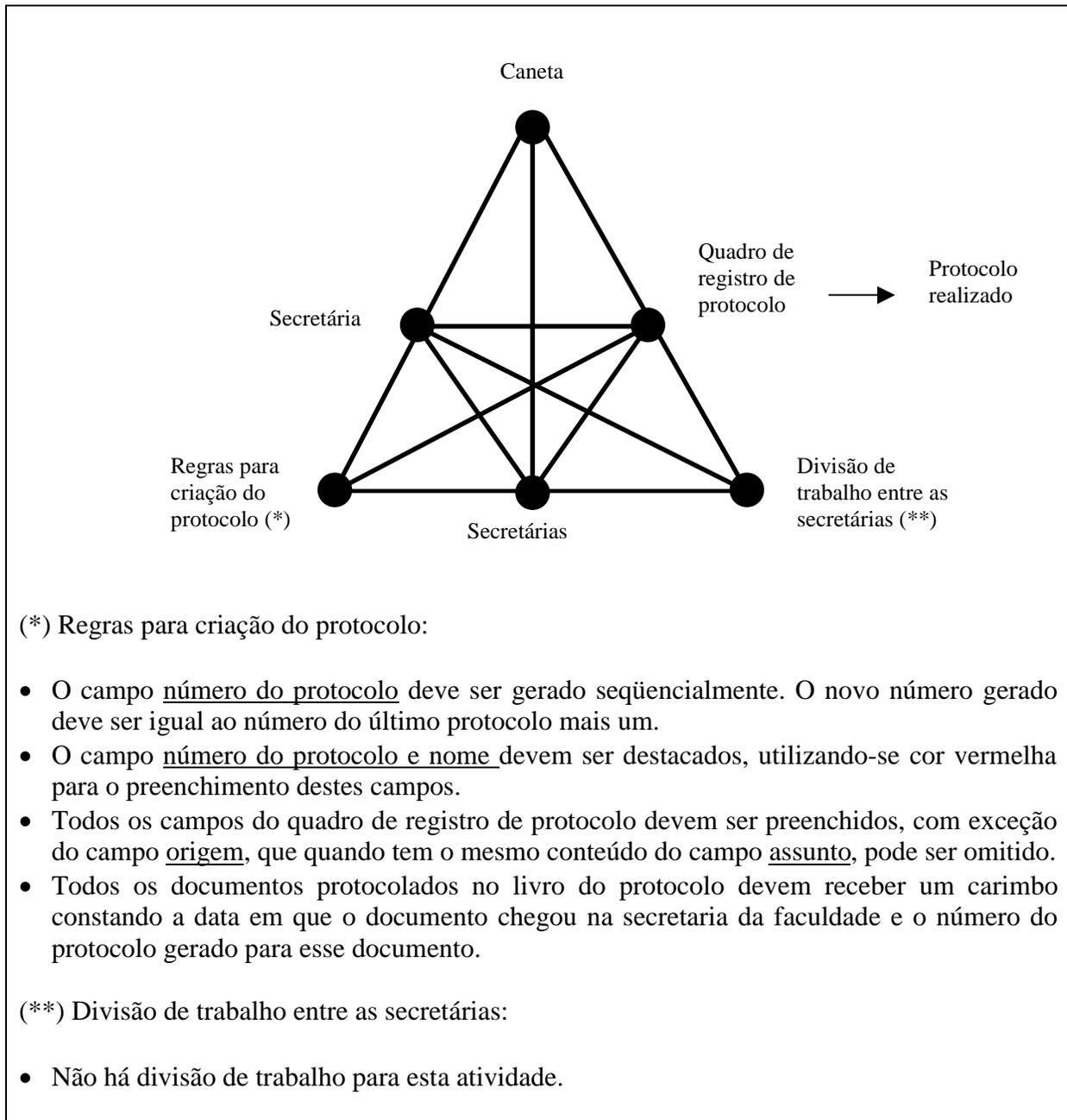


Figura 6 - Modelo sistêmico para a atividade "criar protocolo".

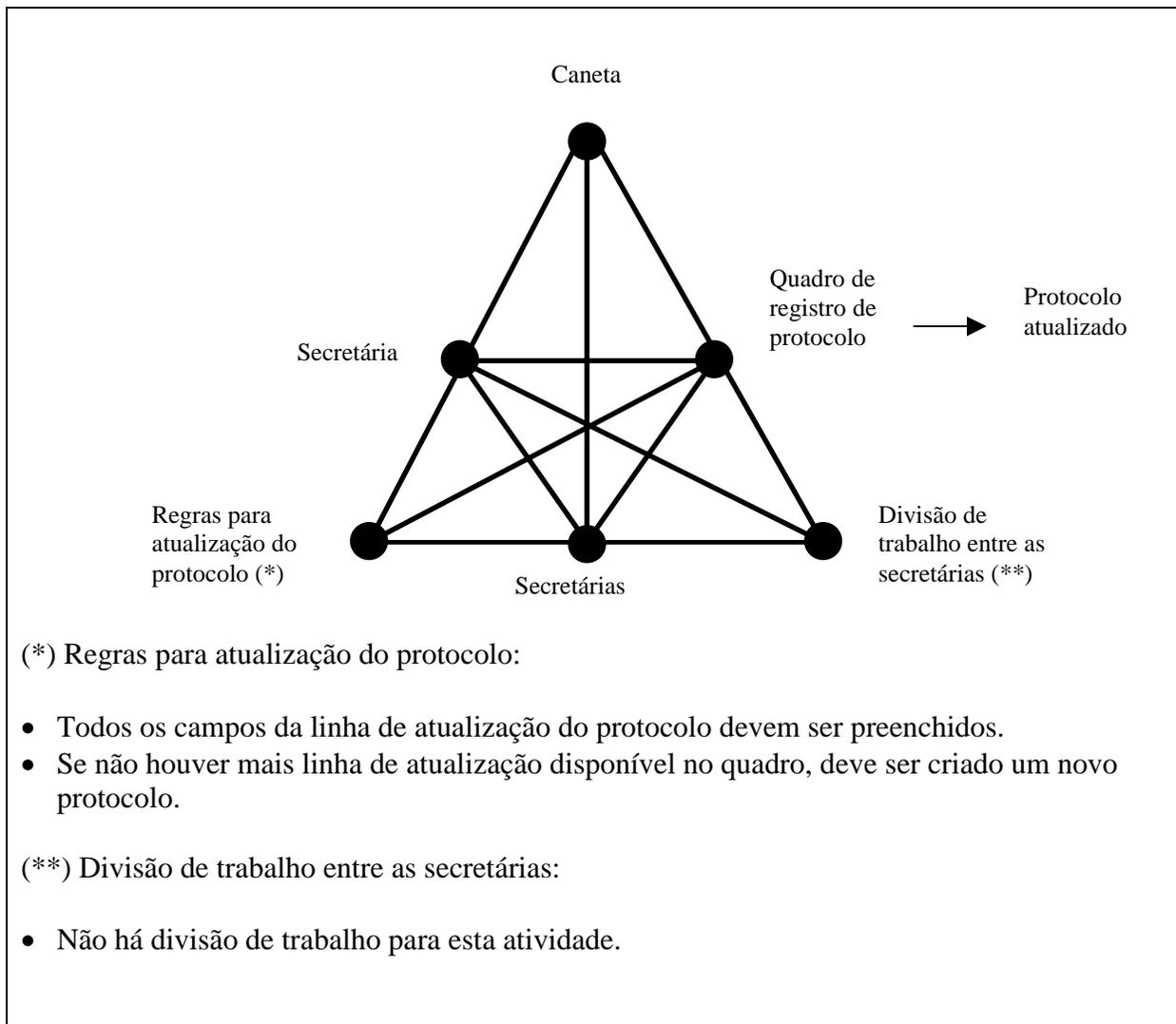


Figura 7 - Modelo sistêmico para a atividade "atualizar protocolo".

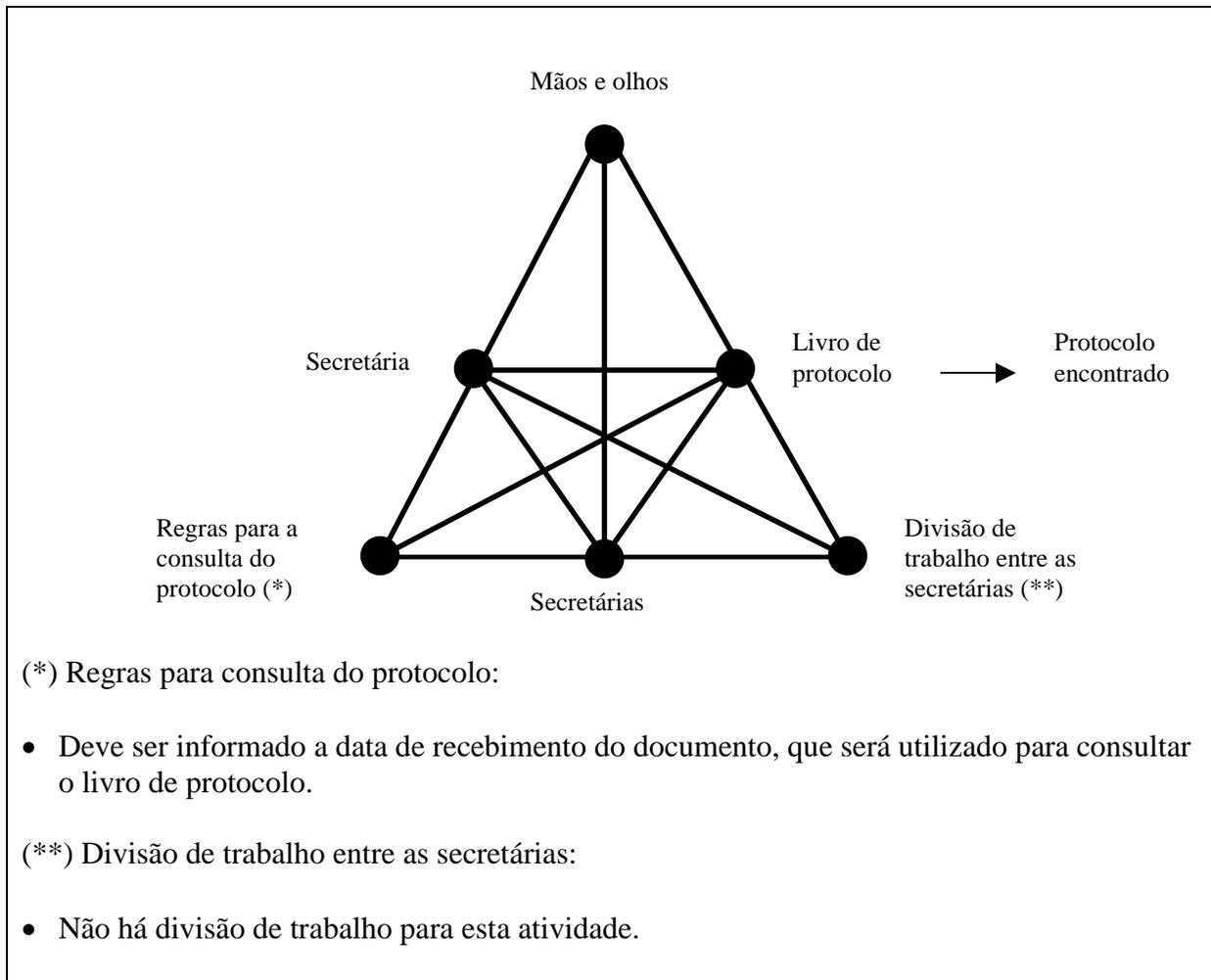


Figura 8 - Modelo sistêmico para a atividade consultar protocolo por data.

3. Decomposição em Ações e Operações

Para representar de forma mais detalhada as atividades, podemos decompô-las em ações e operações, segundo o princípio (3) da Teoria da Atividade.

Nas *tabelas 2, 3 e 4*, será demonstrado a decomposição das atividades "*criar protocolo*", "*atualizar protocolo*" e "*consultar protocolo por data*", respectivamente.

Atividade	Ações	Operações
Criar protocolo	Gerar número do protocolo	Verificar número último protocolo
		Adicionar um ao número do último protocolo
		Preencher campo de "número do protocolo"(1)
	Preencher 1ª linha do quadro de registro de protocolo	Preencher campo (2)
		Preencher campo (3)
		Preencher campo (4)
		Preencher campo (5)
		Preencher campo (6)
		Preencher campo (7)
		Preencher campo (8)
	Encaminhar documento	Preencher campo (9)
		Carimbar documento a ser enviado
		Copiar número do protocolo no documento carimbado
		Enviar documento para destinatário

Tabela 2 - Decomposição da atividade "criar protocolo".

Atividade	Ações	Operações
Atualizar protocolo	Encontrar quadro de registro de protocolo no livro de protocolos	Verificar número do protocolo no documento recebido
		Buscar número correspondente no livro de protocolos
	Preencher próxima linha do quadro de registro de protocolo	Preencher campo (4)
		Preencher campo (5)
		Preencher campo (6)
		Preencher campo (7)
		Preencher campo (8)
		Preencher campo (9)

Tabela 3 - Decomposição da atividade "atualizar protocolo".

Atividade	Ações	Operações
Consultar protocolo por data	Encontrar protocolos	Especificar data para consulta
		Buscar números de protocolos de acordo com a data especificada
		Informar protocolos consultados

Tabela 4 - Decomposição da atividade "consultar protocolo por data".

4. Conclusão.

Acreditamos que a análise das relações sistêmicas existentes no contexto de uma atividade contribui para uma elicitação de requisitos mais cuidadosa, pois leva a quem está realizando a

elicitação de requisitos considerar elementos importantes para um bom entendimento do problema, tais como: sujeito, ferramenta de mediação, objeto, regras, comunidade e divisão de trabalho.

A estrutura hierárquica da atividade, composta de ações e operações, e os "movimentos" destes elementos ao longo do desenvolvimento histórico da atividade, também contribuem para um melhor entendimento do problema analisado.

Atualmente alguns trabalhos na área de Engenharia de Requisitos, mais especificamente sobre a elicitação de requisitos, vem sendo desenvolvidos utilizando o conceito de cenário³ para auxiliar na elicitação dos requisitos do macrosistema [3][12].

Considerando que um cenário pode ser estruturado através da concepção de elementos como contexto, episódio, objetivo, ator e recurso [3], se traçarmos um paralelo entre o conceito de cenário e atividade veremos que muitos elementos são equivalentes, por exemplo: um ator do cenário é um sujeito da atividade, um recurso do cenário é um objeto da atividade, o contexto do cenário é determinado pelas regras da atividade, o episódio do cenário é uma ação da atividade, o objetivo do cenário é o resultado da atividade. No entanto, a atividade trás mais elementos dentro de sua estrutura do que um cenário, por exemplo: comunidade, ferramenta de mediação, divisão de trabalho dentro da comunidade e operações. Assim, também acreditamos que vários preceitos da Teoria da Atividade possam contribuir para processos de elicitação de requisitos baseados em cenários.

Argumentamos na introdução deste artigo que podemos dividir os problemas enfrentados na elicitação dos requisitos do software em dois grandes grupos: problemas acidentais e problemas essenciais. Nos problemas essenciais é que residem as reais dificuldades da elicitação de requisitos. Acreditamos que alguns preceitos da Teoria da Atividade possam contribuir para a superação dessas dificuldades.

Referências Bibliográficas.

- [1] Boehm, B., *Software Engineering Economics*, Prentice-Hall, 1981.
- [2] Booch, G., *Object-Oriented Analysis and Design with Application*, Benjamin/Cummings, 1994.
- [3] Breitman, K. K. e Leite, J. C. S. P., "Suporte Automatizado à Gerência da Evolução de Cenários", Workshop de Engenharia de Requisitos - WER98, 1998.
- [4] Brooks, F., "No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering", *Computer*, Apr. 1987, pp. 10-19.
- [5] Engeström, Y., "Learning by Expanding", Helsinki: Orienta-Konsultit, 1987.
- [6] Faulk, S. R., "Software Requirements: A Tutorial", *Software Requirements Engineering*, 2nd. Ed., IEEE CS Press, 1997, pp 128-149.

³ O conceito de cenário é empregado em vários métodos de análise orientada a objetos [2][9][13].

- [7] Goguen, J. A. and C. Linde, "Techniques for Requirements Elicitation", *Software Requirements Engineering*, 2nd. Ed., IEEE CS Press, 1997, pp 110-122.
- [8] US General Accounting Office, *Mission Critical Systems: Defense Attempting to address Major Software Challenges*, GAO/IMTEC-93-13, December 1992.
- [9] Jacobson, I. *et al.*, *Object-Oriented Software Engineering*, Addison-Wesley , 1992.
- [10] Nardi, B. A., *Context and Consciousness - Activity Theory and Human-Computer Interaction*, MIT Press, 1996.
- [11] Kaptelinin, V. and Nardi, B. A., "Activity Theory: Basic Concepts and Applications", CHI 97 Electronics Publications: Tutorials, march/1997, <http://www.cwi.nl/~steven/chi97/proceedings/tutorial/bn.html>.
- [12] Leite, J.C.S.P. *et al.*, "Enhancing a Requirements Baseline with Scenarios", *Requirements Engineering Journal*: Springer-Verlag London Limited Vol. 2, N. 4 pp 184-198, 1997.
- [13] Rumbaugh, J. *et al.*, *Object-Oriented Modeling and Design*, Prentice Hall, 1991.