

ANÁLISE MACROERGONÔMICA ORIENTADA PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS RELACIONADOS AOS PROJETOS DE SOFTWARE NA FASE DE CONCEPÇÃO

Rosimeire Sedrez Bitencourt, mestranda

e-mail: rosisb@ig.com.br

Lia Buarque de Macedo Guimarães, PhD, CPE

e-mail: liabmg@ppgep.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/LOPP/PPGEP

Palavras-chave: Macroergonomia; especificação de requisitos; projeto; *software*

Este trabalho apresenta um estudo sobre a informatização de um centro de controle operacional de trens. As demandas a serem atendidas pelo projeto de *software* foram avaliadas tanto pela forma tradicional de avaliação de requisitos (PRESSMAN, 1995) quanto pelo método de Design Macroergonômico – DM (FOGLIATTO e GUIMARÃES, 1999). O método tradicional mostrou-se satisfatório para a identificação dos requisitos, mas não para priorizá-los, o que comprometeu a implantação do projeto. O método DM identificou problemas estratégicos e organizacionais além de priorizar os requisitos de acordo com as necessidades dos operadores. Conclui-se que o DM maximiza as chances de sucesso de projetos e pode ser utilizado em qualquer tipo de desenvolvimento de *software*.

Keywords: macroergonomics; software requirements specification; computer software project

This paper presents a study about the informatization process of a train control system. The project's requirements were evaluated by the traditional way of requirements evaluation (PRESSMAN, 1995) as well as by the Macroergonomic Design - DM method (FOGLIATTO e GUIMARÃES, 1999). The traditional way showed to be suitable for establishing the basic project requirements but not for prioritizing them, what reflected later during the system implantation. On the other hand, DM showed to be useful for both requirements identification and prioritization. Since it takes into account the users needs, DM enhances the chances of success of a project and showed to be useful in any kind of software development.

1. INTRODUÇÃO

A busca das empresas de desenvolvimento de *software* pelo “domínio” da tecnologia, pelo melhor padrão arquitetural ou até mesmo por uma documentação “perfeita”, não garante a satisfação dos usuários e o sucesso do projeto de *software* (HIGHSMITH, 1999). Apesar das potencialidades oferecidas pela combinação dos paradigmas da Engenharia de Software (ciclo de vida clássico, prototipação, modelo espiral, técnicas de quarta geração), muitos outros problemas ainda afligem o desenvolvimento de *software* como, por exemplo, saber na fase de concepção, quais requisitos são realmente prioritários e devem ser alocados ao projeto de *software* para atender as necessidades de negócio da comunidade de usuários (OUYANG *et al.*, 1997).

Problemas originados na concepção do *software* podem ser decorrentes, inclusive, de causas externas ao escopo do ciclo de desenvolvimento do *software*, relacionadas, por exemplo, a questões organizacionais da empresa onde o *software* deverá ser implantado. Desta forma,

independentemente do investimento tecnológico ou de todo esforço de gerentes e equipes de desenvolvimento, o projeto poderá seguir rumo ao fracasso (HIGHSMITH, 1999).

Mesmo grandes empresas podem ser conduzidas ao fracasso por culpa da implantação de novas tecnologias (HIGHSMITH, 1999). Para o autor, não saber as verdadeiras causas que levaram o projeto anterior ao fracasso é um dos motivos que continua guiando, mesmo bons gerentes, a novos projetos fracassados. Desta forma, eles acabam entendendo como causas, fatores que, na verdade, poderiam estar sendo observados como problemas decorrentes de erros desde a concepção do projeto. É possível identificar este tipo de situação em frases como: “...os usuários estão dizendo que o novo *software* está deixando seu trabalho mais lento, eles não sabem o que é bom. Nossa empresa investiu pesado em tecnologia, o sistema é 100% orientado a objetos, com interface Web, e roda em servidores parrudos, ...”. Bem, mesmo que um projeto tenha atendido aos requisitos, cronograma e orçamento, se seus usuários vivem estressados, pois entendem que

o *software* que é inadequado às demandas geradas por suas atividades, ele não pode ser considerado como totalmente bem sucedido. Isto é um retrato de falha na concepção do projeto e não de usuários que não sabem o que é bom. A identificação tradicional de requisitos (PRESSMAN, 1995), apesar de se preocupar com o atendimento das demandas dos clientes, não é focada na garantia de que este objetivo seja atendido (BARNETT, 1997).

A absorção de novas tecnologias pelas organizações é um ponto crítico em macroergonomia, que enfatiza a interação entre os contextos organizacional e psicossocial de um sistema e o projeto, implementação e uso de novas tecnologias (HENDRICK, 1993) quer estas tecnologias sejam de hardware ou de *software*. Como forma de garantir a melhor compreensão do sistema em foco, a macroergonomia considera imperativa a participação dos usuários do sistema, quer na fase de identificação de demandas, quer na fase de projeção/validação de propostas projetuais. Seguindo esta linha, este estudo utilizou, na identificação das demandas de um projeto de *software*, o método Design Macroergonômico (FOGLIATTO e GUIMARÃES, 1999) que é uma metodologia de caráter participativo, baseada em preceitos macroergonômicos. Considerou-se que identificar e priorizar as demandas relacionadas ao projeto, de forma quantitativa e embasada na qualidade esperada pela empresa e pelos futuros usuários do projeto, são atividades que visam a minimização de problemas que podem conduzir o projeto ao fracasso.

2. ESTUDO DE CASO

Este estudo enfocou a identificação de problemas relacionados ao projeto de *software* para informatização das atividades realizadas por um grupo de operadores do centro de controle operacional (CCO) de uma ferrovia nacional. O grupo é formado por 6 (seis) profissionais responsáveis pelo controle operacional dos trens. O CCO funciona 24 horas/dia, todos os dias da semana, sendo que, para isso, os operadores se revezam em três turnos. O trabalho realizado no CCO exige muita atenção durante todo o turno, pois qualquer erro na programação ou no acompanhamento dos trens para atender às solicitações do cliente pode acarretar em um acidente grave. Como clientes do CCO incluí-se, também, os terminais e as ferrovias que utilizam os serviços. Para fins de análise, foi realizado um acompanhamento das atividades em diferentes horários dos três turnos de trabalho, viabilizando a identificação do ciclo e observação direta das características do ambiente de trabalho.

2.1 Materiais e métodos

A título de comparar o resultado da identificação do escopo do projeto, a identificação de requisitos foi realizada de duas maneiras: da maneira tradicional (PRESSMAN, 1995) e com a utilização do Design Macroergonômico – DM (FOGLIATTO e GUIMARÃES, 1999). Na tradicional, os principais envolvidos pela descrição das demandas a serem informatizadas foram profissionais que atuam a nível gerencial, com base em entrevistas não gravadas realizadas pelo analista de sistemas. Com o escopo identificado da forma tradicional, os operadores não foram questionados e o *software* foi implantado. Em paralelo, os operadores foram ouvidos sobre seu trabalho utilizando o DM, uma ferramenta macroergonômica que permite identificar as questões que importam no exercício das atividades dos operadores.

2.2 Aplicação da identificação de requisitos p/ o projeto de forma tradicional

A identificação de requisitos da forma tradicional é delegada ao analista de sistemas, que, subjetivamente, elenca os elementos problemáticos para o projeto a partir de entrevistas realizadas com os clientes (que geralmente não são os usuários). O analista de sistema avalia os problemas atuais e as informações desejadas (entrada e saída), e sintetiza uma ou mais soluções. Para tanto, segundo PRESSMAN (1995), o analista de sistemas deve exibir, entre outros traços característicos, a capacidade de “ver a floresta por entre as árvores”.

No caso do projeto para a ferrovia, foi possível, em poucas entrevistas, gerar uma primeira proposta de sistema, principalmente devido à experiência nesta área de negócio que o analista de sistemas responsável tinha. Entretanto, após a avaliação da proposta por parte do cliente, algumas customizações, nos requisitos apresentados na proposta, foram solicitadas com o objetivo de redução de custos e prazos. Isto resultou em uma redução de 17,4% do número total de atividades propostas pelo analista de sistemas. Em situações como esta, dificilmente o analista de sistemas consegue estimar, qualitativa ou quantitativamente, as conseqüências de “ajustes” por parte da gerência. Em relação ao resultado final. Neste caso, não foi diferente, e deu-se início ao desenvolvimento do *software* com o escopo reduzido.

Nem todos os gerentes conseguem perceber a importância da etapa inicial do projeto, e a fase de construção que deveria apenas ser a consequência do planejamento acaba recebendo o *status* principal do projeto. Neste caso, devido ao fato de que os trâmites burocráticos para aceitação da proposta gastaram mais tempo que o previsto pela ferrovia, a construção do *software* teve de iniciar com um cronograma já atrasado.

O analista de sistemas identificou a demanda de três diferentes enfoques para o projeto:

- Módulo 1 - Operacional
- Módulo 2 - Gerencial
- Módulo 3 – Atendimento a clientes

Entretanto, por esta forma não viabilizar a mensuração da influência dos enfoques no contexto da organização, e o prazo determinado pela gerência ser bastante reduzido, decidiu-se que o enfoque a ser implementado seria apenas o módulo operacional; os demais módulos seriam desenvolvidos posteriormente. Após o desenvolvimento do módulo operacional, foi realizada a implantação e o acompanhamento do *software*.

2.4 Aplicação da identificação de requisitos p/ o projeto através da Metodologia de Design Macroergonômico - DM

O Design Macroergonômico – DM, é uma ferramenta para design de produtos e postos de trabalho, de caráter participativo, baseada em preceitos macroergonômicos. Ela contempla os seguintes passos, os quais foram especificados de forma customizada para projetos de *software*. Eles são descritos, em detalhe, em FOGLIATTO e GUIMARÃES (1999):

- i) identificação do usuário e coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica, conforme suas atividades operacionais;
- ii) priorização dos itens de demanda ergonômica (IDEs) identificados pelo usuário. A priorização utiliza a própria informação coletada e i), baseando-se, por exemplo, em características do conjunto de dados amostrais (frequências, ordem de menção de itens, etc.). O objetivo nesta etapa é criar um *ranking* de itens demandados;
- iii) incorporação da opinião de especialistas (ergonomistas, analistas de sistemas, gerentes de projetos, etc.) com vistas à correção de

- iv) distorções apresentadas no *ranking* obtido em ii), bem como incorporação de itens pertinentes de demanda ergonômica não identificados pelo usuário. Determina-se, assim, um *ranking* corrigido de itens de demanda ergonômica a ser utilizado nas etapas seguintes da metodologia;
- v) listagens dos itens de *design* (IDs) a serem considerados no projeto, conforme os objetivos e preocupações geradas pelas atividades operacionais dos usuários. Uma lista inicial de itens de *design* pode ser obtida através de inspeção na lista de IDEs. Esta etapa é desenvolvida essencialmente pelo ergonomista em conjunto com o analista de sistemas;
- vi) determinação da força de relação entre IDEs e os IDs determinados em iv). O objetivo é identificar grupos de IDs a serem priorizados na etapas seguintes da metodologia;
- vii) tratamento ergonômico do IDs. Nesta etapa, estabelecem-se metas ergonômicas para os IDs baseadas em fatores quanto à organização do trabalho e quais os enfoques que podem ser atendidos pelo projeto;
- viii) implementação do projeto e acompanhamento.

No projeto da ferrovia foram utilizadas as etapas I a VI do DM. A etapa VII não se aplica ao estudo em questão já que o objetivo era só a concepção do *software*. A seguir é detalhada a aplicação das etapas I a VI no projeto do *software* do CCO da ferrovia.

- Identificação do usuário e coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica

No caso, são os seis operadores do CCO, conforme Tabela 1.

Usuários	Sexo	Idade	Grau instrução	Tempo ferrovia
Operador A	M	33	3. grau incompl.	11 anos
Operador B	M	45	1. grau	18 anos
Operador C	M	32	3. grau	02 anos
Operador D	M	35	1. grau	10 anos
Operador E	M	40	2. grau	06 anos

Tabela 1. Operadores do CCO

- Priorização dos itens de demanda ergonômica identificados pelo usuário

Devido a equipe ser pequena, adotou-se a estratégia de identificação da demanda ergonômica por meio de uma entrevista composta por um módulo espontâneo, sendo o entrevistado questionado sobre quais as atividades realizadas (comentando os pontos positivos, os

negativos, suas preocupações e os objetivos das atividades para a organização).

As entrevistas foram gravadas e filmadas e, à ordem e à frequência em que os itens foram identificados, foi agregado um peso de importância (1/1 para o primeiro item mencionado, 1/2 para o segundo, 1/3 para o terceiro e, assim, sucessivamente).

Após, os IDEs identificados foram agrupados por afinidade e listados na forma de um questionário, onde foi medido o grau de importância de cada item. A medição do grau de importância foi feita utilizando uma escala contínua, de 15 cm, com duas âncoras nas extremidades (pouco importante e muito importante) conforme sugerido por STONE *et al.* (1974). O item de demanda “Pesar vagão em balança” foi identificado pelos operadores. Entretanto, nesta etapa, foi omitido, pois faz parte do escopo de outro projeto já em andamento.

Com o objetivo de facilitar a identificação do grau de importância dos IDEs, os valores foram convertidos para peso 10, via regra de três.

- Incorporação da opinião de especialistas e obtenção de um *ranking* corrigido de itens de demanda ergonômica.

A partir dos IDEs identificados no item anterior, foram incorporadas opiniões do especialista em ergonomia/analista de sistemas, que utilizou como fonte de informação a observação do posto *in loco*. Com isso, foi gerado um *ranking* corrigido, onde foi

confrontada a importância de cada um dos IDEs com a opinião do especialista. Desta forma, o item “Manutenção das informações necessárias ao negócio” foi incluído, por ser também uma atividade dos operadores.

- Listagem dos itens de *design* a serem considerados no projeto.

A partir da observação do trabalho, das entrevistas e dos objetivos e preocupações apresentados pelos operadores, foram identificados Itens de *Design* - IDs.

- Determinação da força de relação entre os Itens de Demanda Ergonômica e os itens de *Design*.

Nesta etapa, a força da relação entre os IDEs e IDs foi avaliada pelo analista de sistemas com base na escala sugerida por FOGLIATTO e GUIMARÃES (1999): 0 Nenhuma relação; 1 Relação Fraca; 3 Relação média; 5 Relação forte. Com base nela, foram calculados os valores de importância técnica - IT em conjunto com os valores dos Pesos da Tabela 5, utilizando-se a seguinte equação: $IT = \sum \text{peso} \times R$. Os valores de IT calculados foram transformados para valores percentuais IT%.

Com base nos valores de IT%, foi gerada uma priorização dos IDs, separando-os em categorias: prioritários, secundários, terciários e irrelevantes. Para tanto, foi calculado o percentual a que cada ID representa, $100\% / 10IDs = 10\%$. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Itens de <i>Design</i>		Enfoques	IT%
Primários			
	Atendimento ao cliente	Cliente	68,1
Secundários			
	Manter planilhas atualizadas p/ gerência	Gerencial	13,0
Terciários			
	Atendimento operacional	Operacional	18,9

Tabela 2. Itens de *Design* classificados em categorias de prioridade conforme seus valores de importância

2.5 Resultados

A identificação de requisitos da forma tradicional identificou 23 atividades a serem atendidas pelo *software* sob o enfoque operacional. Outros dois enfoques também foram identificados para o escopo do

projeto, são eles: o enfoque gerencial e de atendimento aos clientes; os quais foram considerados como complementares e possíveis de implantação em um segundo momento. Desta forma, o escopo da primeira versão foi apenas o módulo operacional, o qual foi desenvolvido e implantado no CCO. A redução do

escopo identificado pelo analista de sistemas, que foi solicitado pela gerência, representou a não implementação de quatro atividades demandadas pelo CCO. A justificativa gerencial se deu baseada na preocupação com custos e prazo de desenvolvimento. A equipe de desenvolvimento do *software* conseguiu, com bastante esforço, concluir e implantar o produto, isto porque tiveram de iniciar seu trabalho já sob um cronograma atrasado.

Após a implantação do *software*, os operadores se mostraram insatisfeitos, mesmo que o produto tenha atendido 100% dos requisitos constantes na proposta tradicional. A insatisfação pode ser explicada pelo:

- estresse gerado pelo aprendizado da nova forma de trabalho: agora o controle é feito via um computador, sendo que antes o trabalho era controlado manual/visualmente em um quadro branco, com base em códigos criados pelos próprios operadores.
- havia demandas não atendidas pelo produto: “Separação e controle de manobras realizadas com os vagões” e o “Controle de operações não permitidas - entrega de vagões fora do horário de trabalho do cliente”. Estas 2 demandas foram identificadas pelo DM mas não pela análise tradicional do analista de sistemas. Apesar destas atividades não estarem automatizadas, os operadores tinham que continuar executando-as de qualquer maneira.
- as 4 atividades retiradas do escopo do *software* pelos gerentes refletiam em, conforme identificado pelo DM, 63,6% das preocupações dos operadores: desta forma, o impacto da exclusão destas atividades pôde ser mensurado. Estas atividades, da mesma forma que as duas anteriores, tiveram de continuar sendo de total responsabilidade dos operadores, mesmo que não informatizadas na implantação do sistema.

Outro resultado gerado pelo DM é a importância dos três enfoques - gerencial, atendimento a cliente e operacional - mas que não foi avaliado na análise tradicional do analista de sistemas. A preocupação com o enfoque gerencial e com o atendimento ao cliente representam 81,1% das preocupações dos operadores, ou seja, é onde está a maior carga de concentração das suas atividades. Isto, certamente, justifica uma reorganização e nova priorização da visão que a gerência tem do CCO. Existem várias combinações possíveis para resolver esta situação, da mais extrema, onde os três módulos poderiam ser implantados em paralelo, até a contratação de outros funcionários

voltados ao enfoque de atendimento aos clientes e/ou geração de materiais para acompanhamento gerencial, permitindo com que os operadores possam se concentrar nas atividades operacionais.

3. CONCLUSÃO

Este estudo coloca como ponto de discussão a concepção de projetos de *software* da forma tradicional, sem a priorização das demandas com base na opinião dos usuários e sem uma preocupação macroergonômica organizacional. A fase inicial do projeto é um, ou mesmo, o período crítico, pois estabelece a correlação entre as demandas da empresa (organização), dos usuários (operadores que realizam as tarefas) e do próprio desenvolvimento do *software* (tecnologia/processo/...). Pode-se dizer que a fase de identificação de demandas e problemas é fundamental para o sucesso do projeto.

A aplicação da forma tradicional de identificação de demandas mostrou-se eficiente na identificação de requisitos. Entretanto, mesmo para um analista de sistemas experiente, que não tem dificuldades em perceber a influência de fatores que interferem diretamente no resultado do *software*, é difícil, por exemplo, transformar estas percepções qualitativas, que fazem parte do seu “*feeling*”, em quantitativas, determinando sua importância a cada função requisitada para o projeto, assim como o comportamento do *software* no contexto do ambiente no qual será usado.

Com a utilização do DM, por ser uma ferramenta dependente da participação ativa dos usuários, foi possível identificar o grau de preocupação dos operadores sobre o enfoque gerencial e de atendimento aos clientes. Ficou evidente a existência de problemas organizacionais. Por definição, a maior preocupação dos operadores deveria ser em relação às atividades operacionais. A preocupação em excesso com os outros dois enfoques se justifica porque durante as atividades operacionais, que exigem grande concentração, o trabalho é constantemente interrompido por ligações de clientes, desconcentrando os operadores. Após a implantação do sistema, isso acabou se agravando, pois no período inicial da implantação do sistema, as preocupações aumentaram. Aprender a operar o *software*, além de aprender a operar o computador, acabaram se tornando preocupações graves, e o risco dos operadores cometerem erros, conseqüentemente, aumentou. Além disso, parte do trabalho feito deve ser resumida para repassar à gerência. Isso tudo, somando-se aos problemas gerados por aquelas 4 atividades que

foram retiradas do escopo e as 2 não identificadas pelo analista se sistemas, é o que justifica a frustração dos operadores em relação ao *software*.

A utilização de metodologias específicas da etapa de Análise de Requisitos é fator crítico de sucesso para a redução de custos e do tempo de liberação do produto, a compreensão real dos requisitos dos usuários e sua satisfação, o aumento da produtividade dos analistas, a minimização de mudanças nos projetos etc. Não se pode focar em uma simples dimensão de valor. É preciso entender o negócio e embasar a estratégia de desenvolvimento de *software* com a estratégia de negócios (HIGHSMITH, 1999). O DM se mostrou adequado a este enfoque. Além disso, sua utilização independe do processo utilizado para o desenvolvimento de *software*, e, portanto, este método pode ser utilizado e adaptado aos processos de desenvolvimento de *software* sem qualquer restrição.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNETT, W. D., RAJA, M. K. (1997). *Application of QFD to the Software Development Process*, paper, Department of Information Systems and Management Science, University of Texas at Arlington, USA.
- FOGLIATTO, F. S. & GUIMARÃES, L.B. DE M. (1999). *Design Macroergonômica: uma proposta metodológica para projetos de produto*. *Produto & Produção* 3(3) 1-15.
- GUIMARÃES, L.B. DE M. (1999). *Ergonomia Cognitiva: ou ergonomia de software*. *Produto & Produção* 2(2) 2-4.
- HENDRICK, H. W. (1993) *Macroergonomics: a new approach for improving productivity, safety and quality of work life..* In CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ERGONOMIA, 2 e SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 6, Anais. Florianópolis, 39-58.
- HIGHSMITH III, J. A. (1999) *Adaptative Software Development: a collaborative approach to managing complex systems*. Editora Dorset House, 179-200.
- OUYANG, S., FAI, J., WANG, Q., JOHNSON, K. (1997). *Quality Function Deployment*, paper, Department of Computer Science, University of Calgary, Canada.
- PRESSMAN, R. S. (1995) *Engenharia de Software*. Editora McGraw-Hill.
- SAATY, T. (1977) *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures*. *J. Math. Psychology*, (15), nº 3, 234-281.

STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A. & SINGLETON, R.C. (1974) *Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis*. *Food Technology*. 28(1), p. 24-34.