

JÚLIO CÉSAR TEODORO DA SILVA

**CUSTOMIZAÇÃO DE SOFTWARE INTENSIVO -
SMARTMINE**

Monografia de conclusão de curso apresentada
ao Departamento de Ciência da Computação da
Universidade Federal de Lavras como parte das
exigências do curso de Ciência da Computação,
para a obtenção do título de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientadora:

Prof.^ª Dra. Ana Cristina Rouiller

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

JÚLIO CÉSAR TEODORO DA SILVA

**CUSTOMIZAÇÃO DE SOFTWARE INTENSIVO -
SMARTMINE**

Monografia de conclusão de curso apresentada
ao Departamento de Ciência da Computação da
Universidade Federal de Lavras como parte das
exigências do curso de Ciência da Computação,
para a obtenção do título de Bacharel em Ciência
da Computação

APROVADA em ___ de _____ de _____.

Prof Guilherme Bastos Alvarenga

Profa. Ana Cristina Rouiller
(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

À Ultima Hora.

Agradeço especialmente à minha orientadora Ana Cristina e também aos meus colegas de projeto Luiz Thomaz, Rodrigo Marinho, Cícero Garozi, Diego Mello, Joseane Freire, Guilherme Timóteo, Guilherme Bastos, Camila, Paulo, Renato, Edierley, Eduardo, Júlio Alves, Robson e a todos que estiveram envolvidos no projeto.

SUMÁRIO

Resumo.....	ii
Abstract.....	ii
1 Introdução.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Contextualização	3
2.2 Customização de Software	6
2.3 Tecnologia de Desenvolvimento.....	6
2.4 Metodologia de Trabalho.....	7
3 O Smartmine.....	8
3.1 <i>Dispatch Module</i>	8
3.2 <i>Manager Module</i>	9
3.3 <i>Real Time Web Module</i>	10
3.4 <i>GPS Tracking Module</i>	11
3.5 <i>Optimization Module</i>	12
4 O Trabalho de Customização.....	13
4.1 Tempos de Ciclo.....	13
4.2 Troca Manual e Automática de Estados sem Tracker	16
4.3 Tela de Acompanhamento dos Caminhões	17
4.4 Outras Customizações.....	20
5 Conclusões.....	24
6 Referências Bibliográficas.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Principais Fases de Desenvolvimento de Software.....	4
Figura 3.1 – <i>Dispatch Module</i>	9
Figura 3.2 – <i>Manager Module</i>.....	10
Figura 3.3 – <i>Real Time Web Module</i>	11
Figura 4.1 – Ciclo Normal do Caminhão.....	14
Figura 4.2 – Tela de Acompanhamento dos Caminhões.....	17
Figura 4.3 – Aba dos Caminhões	21

Resumo

Esta monografia tem por propósito expor o trabalho de customização de um software intensivo - o Smartmine – para a realidade de um cliente com características diferentes dos clientes para os quais o sistema foi desenvolvido. O Smartmine é um sistema integrado em software e hardware de gerenciamento de minerações em tempo real.

Abstract

This paper proposes to expose the work of customization of an Intensive Software – Smartmine – to the reality of a client with different characteristics compared with the clients the software was developed to. The Smartmine is a software-hardware integrated real time system to mine's management.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso de um software está diretamente ligado à sua adequação às necessidades de seus usuários. Dessa forma, o sucesso de uma empresa desenvolvedora de software¹ também está diretamente relacionado à sua capacidade de adaptar seus produtos às necessidades de seus clientes.

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa de desenvolvimento de software e hardware, a Devex Tecnologia e Sistemas Ltda (sediada em Belo Horizonte - MG), que possui um sistema consolidado no mercado. Este sistema, o Smartmine®, apresentado no capítulo 3, tem atendido bem às necessidades das empresas para quais foi vendido.

A venda desse sistema para um novo cliente é o ponto de partida deste trabalho. Os recursos, a estrutura e as necessidades deste cliente eram diferentes dos outros clientes do Smartmine. Dessa forma, foi necessária uma customização do software para sua adequação à realidade do cliente.

Customização de software é um conceito que será tratado na seção 2.2, de acordo com MARQUES [1].

Dessa forma, a maior parte do trabalho se concentrou em atender às necessidades do cliente que a versão atual do sistema não atendia.

O Capítulo 2 deste trabalho apresenta uma contextualização deste trabalho dentro da Engenharia de Software, mais especificamente, dentro da Engenharia do Produto.

O capítulo 3 apresenta rapidamente o sistema Smartmine, comentando cada um dos seus módulos e as suas ligações. É um capítulo importante para o melhor entendimento do Capítulo 4.

¹ Segundo Wang [2], uma empresa desenvolvedora de software (SDO-Software Development Organization) representa uma organização independente, ou um departamento ou uma unidade dentro de uma organização, que é responsável por desenvolver, manter, oferecer ou operar um produto ou serviço de software ou um sistema de software intensivo.

No Capítulo 4, enfim, são expostas as principais customizações desenvolvidas no Smartmine para o novo cliente.

No capítulo 5, é feita uma breve conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Contextualização

Analogamente a outros tipos de construções, o desenvolvimento de software possui uma engenharia que estuda seu comportamento, fundamentos, métricas, entre outros aspectos. Esse tipo de engenharia é definido como Engenharia de Software.

PRESSMAN [3] diz que a Engenharia de Software tem por finalidade auxiliar na construção de software da melhor maneira possível.

Para GARG [4], o desenvolvimento de um software intensivo é composto por três fases principais:

- Definir, analisar, simular, medir e melhorar os processos da organização – Engenharia do Processo;
- Construir o produto de software Engenharia do Produto;
- Medir, controlar, modificar e gerenciar os projetos de software – Gerenciamento de Projeto.

Segundo GARG [4], o relacionamento dessas fases se dá de acordo com a Figura 2.1.

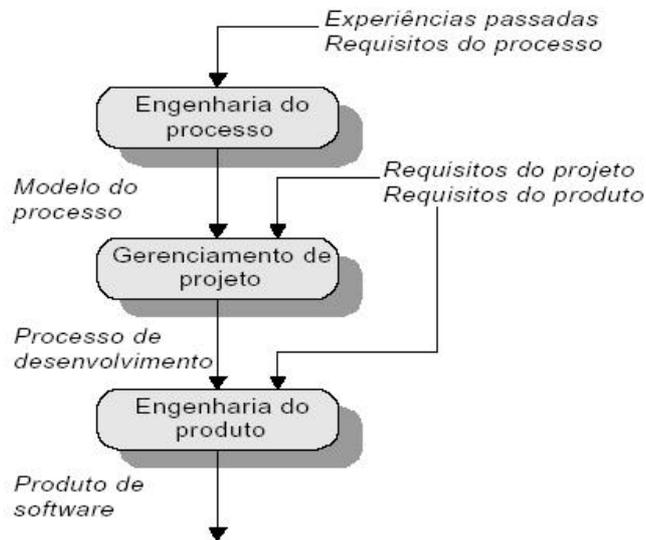


Figura 2.1 - Principais Fases de Desenvolvimento de Software

Ainda de acordo com GARG [4], a engenharia de processo tem como metas a definição e a manutenção dos processos da SDO. Ela deve ser capaz de facilitar a definição, a análise, e a simulação de um processo, assim como estar apta a implantá-lo, avaliá-lo, medi-lo e melhorá-lo.

A engenharia de processo pode ser vista como uma extensão da função tradicional da garantia de qualidade e trata os processos de software de uma forma sistemática com um ciclo de vida bem definido. Contudo, as SDOs ainda sentem muita dificuldade em entender, definir e gerenciar estes processos.

O gerenciamento de projeto tem como objetivo assegurar que processos particulares sejam seguidos, coordenando e monitorando as atividades da engenharia do produto. Um processo de gerenciamento de projeto deve identificar, estabelecer, coordenar e monitorar as atividades, as tarefas e os recursos necessários para um projeto produzir um produto e/ou serviço de acordo com seus requisitos.

Todavia, gerenciar projetos de software é uma atividade complexa devido a uma série de fatores, tais como: dinamicidade do processo, grande número de variáveis envolvidas, exigência de adaptabilidade ao ambiente de desenvolvimento e constantes alterações no que foi planejado. Estes fatores dificultam o trabalho das equipes de desenvolvimento na medição do desempenho dos projetos, na verificação de pontos falhos, no registro de problemas, na realização de estimativas e planejamentos adequados.

GARG [4] define a Engenharia do Produto como encarregada do desenvolvimento e manutenção dos produtos e serviços de software. A principal figura da engenharia do produto é a metodologia de desenvolvimento, que engloba uma linguagem de representação, um modelo de ciclo de vida e um conjunto de técnicas.

Embora a importância da Engenharia de Software seja bastante difundida, na prática, as empresas ainda têm certo receio de que todas essas etapas possam atrasar a entrega dos seus produtos.

ROUILLER [5] escreve em sua tese de doutorado que os ambientes tradicionais das SDOs geralmente têm suportado somente a engenharia do produto, assumindo um processo implícito e tendo como foco principal o produto.

Essa visão tem limitado as SDOs no que diz respeito à tomada de decisões, ao estabelecimento e arquivamento de metas organizacionais, à determinação de pontos para melhoria, à estipulação de prazos para entrega de produtos e à obtenção de uma certificação.

Dessa forma, este trabalho foi feito dentro do contexto da Engenharia do Produto, sendo seu foco voltado para o desenvolvimento das customizações feitas no sistema - os problemas e o que foi feito para resolvê-los.

2.2 Customização de Software

De acordo com MARQUES [1], programação customizada envolve a compilação de código com o objetivo de criar ou adaptar programas de software destinados especificamente ao cliente; podendo envolver:

- o desenvolvimento de uma aplicação inteiramente nova; ou
- a adaptação de um produto já existente.

A customização exposta neste trabalho se encaixa no segundo item da definição, pois foi feita a partir do código da versão já existente do sistema.

2.3 Tecnologia de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento das customizações do Smartmine, foram utilizadas praticamente as mesmas ferramentas do seu desenvolvimento:

- Delphi 5, como ambiente de programação dos módulos: *Dispatch Module* e *Manager Module*;
- Microsoft Visual Studio 6.0, incluindo o Visual Basic 6.0, como ambiente de programação do *Real Time Web Module*;
- FreeVCS, como ferramenta de sincronização de código; e
- Banco de dados Oracle 8i.

Todos os módulos citados serão detalhados no Capítulo 3.

A estratégia de desenvolvimento consistiu em primeiro implementar as funcionalidades novas e depois adaptar as existentes.

2.4 Metodologia de Trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho, o passo inicial foi conhecer o código da versão atual do Smartmine, para ter mais domínio sobre as futuras customizações.

Paralelamente, as necessidades do cliente foram sendo captadas, analisadas, refinadas e o impacto delas no sistema atual avaliado. Para a captação, foi importante a presença constante da equipe de desenvolvimento no cliente. O refinamento veio com a discussão entre nós, os desenvolvedores, e os futuros usuários do sistema.

O passo seguinte foi a implementação das customizações levantadas, usando o ferramental exposto em 2.2.

Depois de inicialmente customizado, o sistema foi implantado no cliente, onde, com o uso freqüente, foram surgindo novas necessidades, correções e adaptações de usabilidade. Dessa forma, depois de implantado, o sistema continuou a ser customizado.

O passo final do projeto está sendo o acompanhamento do sistema.

3 O SMARTMINE

O SmartMine® é software intensivo de gerenciamento de mina em tempo real. É uma solução integrada em software e hardware, que usa técnicas modernas de simulação orientada a eventos e métodos estocásticos de otimização.

A primeira versão do sistema foi desenvolvida a partir das necessidades de uma empresa de mineração em específico, contando com dois módulos: o módulo de controle da operação da mina – *Dispatch Module* – e o módulo de planejamento da mina – *Manager Module*.

A segunda versão foi desenvolvida com alguns módulos a mais, entre eles o módulo de software embarcado, contando com hardware específico – que permite maior automatização do sistema. Os principais módulos da segunda versão do Smartmine são:

- O módulo de Controle da Operação da mina – *Dispatch Module*;
- O módulo de Planejamento da mina – *Manager Module*;
- O módulo de consultas a relatórios e acompanhamento da mina em tempo real – *Real Time Web Module*;
- O módulo do sistema embarcado usando informações de GPS - GPS Tracking Module;
- O módulo de Otimização do Despacho – *Optimization Module*.

3.1 *Dispatch Module*

O módulo de controle da mina é o módulo onde foi realizada a maior parte das customizações deste trabalho. É a interface entre o SmartMine e os movimentos de materiais e equipamentos que ocorrem durante a operação da

mina. Este módulo é responsável por capturar estes eventos, armazená-los no banco de dados e indicar ao operador do sistema o que está ocorrendo, incluindo carga/descarga, alteração dos estados dos equipamentos. Ele funciona vinte e quatro horas por dia.

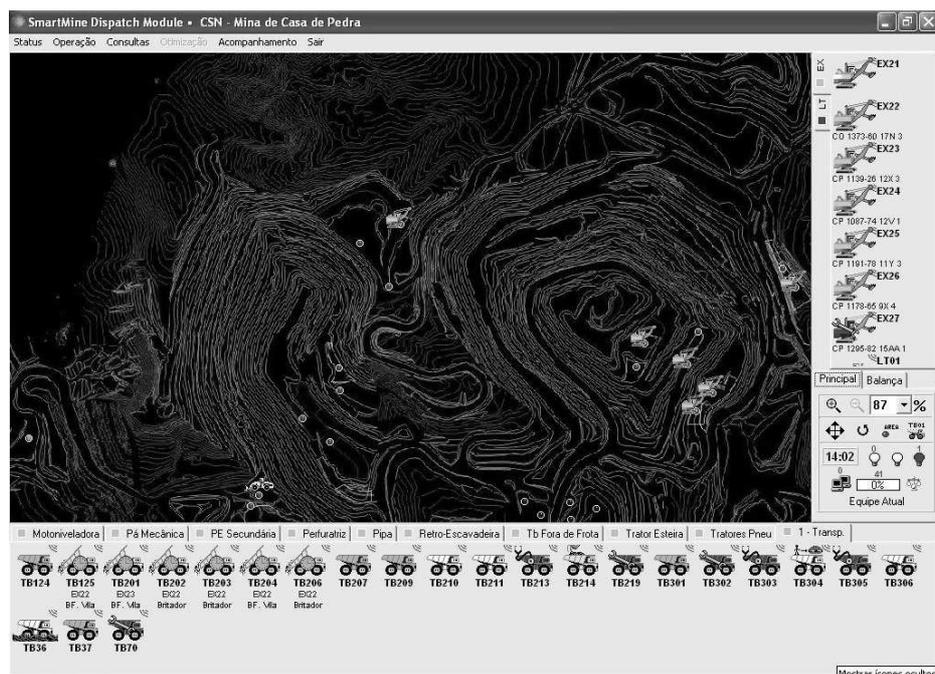


Figura 3.1 – Dispatch Module

3.2 Manager Module

Representa a interface entre os departamentos de planejamento e operação de mina. É o módulo em que se entra com os dados do plano de mina², onde são definidos todos os caminhões, equipamentos de carga e demais

² Plano de mina é o plano que esquematiza como será a operação de mineração dentro de um período. Na empresa em questão, esse plano é mensal.

equipamentos de mina com suas propriedades, como capacidade de carga, identificação, autonomia, grupo, modelo entre outros.

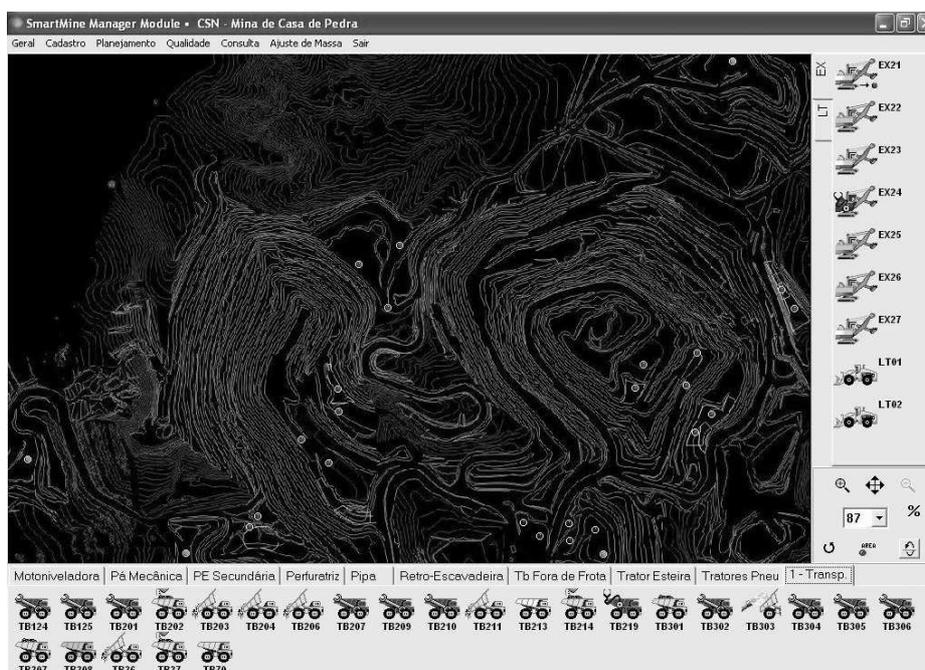


Figura 3.2 – Manager Module

3.3 Real Time Web Module

É o módulo de consulta aos dados que o Smartmine armazena. É uma aplicação Web (o que possibilita que esses dados sejam consultados de qualquer computador na rede), que permite que todas as variáveis importantes sejam acompanhadas exatamente como são apresentadas na mina, naquele momento.



Figura 3.3 – Real Time Web Module

3.4 GPS Tracking Module

É o módulo que permite a maior parte da automatização da operação do sistema. Basicamente, é constituído por:

- Tracker SMT 100 - um computador móvel embarcado usado para aquisição de posicionamento, aquisição de eventos e *status* dos caminhões e envio para o Módulo de Despacho;
- Loader SMT 100 - computador embarcado para escavadeiras e carregadeiras;
- Access Point SMT 100 - é um gateway para o software SmartMine, coletando todas as informações geradas pelo escavadeira e caminhões através da rede de rádio sem fio;

- Base Station - as estações base são acopladas ao Access Point, fazendo a conexão wireless com os equipamentos móveis. Uma estação base também pode ser usada como estação repetidora.

Como se trata de um módulo com muitas nomenclaturas, de agora em diante, vou me referir ao Tracker SMT 100 e Loader SMT 100 apenas como Tracker.

O Tracker é instalado nos equipamentos, fazendo dos operadores dos usuários do sistema. Dessa forma, a responsabilidade de indicar todas as trocas de estado deixa de ser do operador do *Dispatch Module*.

O Tracker pega informações do GPS, empacota-as e as envia para os outros módulos, principalmente o *Dispatch Module*.

3.5 Optimization Module

Recebe a todo tempo do *Dispatch Module* a situação em tempo real da mina. Este módulo realiza então múltiplas simulações e otimizações da operação da mina esperada para os próximos minutos. Estas simulações fazem parte de um processo contínuo de otimização, de modo que qualquer alteração nos parâmetros é levada em consideração. A partir das simulações, são sugeridas as alocações e os despachos dos caminhões de forma a otimizar a operação da mineração. Por se tratar de um problema combinatorial, sem resolução exata em tempo hábil, o *Optimization Module* utiliza a técnica de Algoritmos Genéticos para gerar as soluções.

As sugestões de despacho geradas podem ser enviadas automaticamente para o Tracker, esperando ou não a confirmação do operador do caminhão.

³ GPS – Global Position System.

4 O TRABALHO DE CUSTOMIZAÇÃO

A implantação do Smartmine para a determinada empresa exigiu a implementação de várias customizações, a maioria de pequeno impacto para funcionamento o sistema.

No entanto, um aspecto do sistema a ser implantado exigiu mudanças mais significativas no Smartmine: o fato da empresa não utilizar o Tracker (já explicado na seção 3.4) e, por consequência, a perda das informações do GPS. Isso é problemático, uma vez que grande parte do funcionamento do software é baseada em informações recebidas do Tracker.

A simulação da posição dos caminhões na mina, na versão completa do sistema, é baseada na localização real dos caminhões. Na versão sem Tracker, perde-se esse dado aproximadamente real. A simulação passa, então, a se basear no tempo médio que um dado grupo de caminhões gasta para cumprir um determinado ciclo – o que chamamos de tempo de ciclo.

Como não existe uma referência geográfica – coordenadas geográficas que, na versão com GPS, são fornecidas -, a simulação é feita a partir da informação da troca de estados dos caminhões, que nessa empresa é feita via rádio.

Os tempos de ciclo são atualizados constantemente.

4.1 Tempos de Ciclo

O ciclo normal de um caminhão em operação na mina é:

- Deslocar vazio até um equipamento de carga – Movimentando Vazio;
- Ser carregado, com minério ou estéril - Carregando;
- Deslocar cheio até o ponto de basculamento – Movimentando Cheio;

- Bascular (esvaziar a báscula) – Basculando.

A Figura 4.1 ilustra um ciclo normal do caminhão. O primeiro traço azul corresponde à parte do Movimentando Vazio. O caminhão parado, no fim do primeiro traço azul, logo antes do equipamento de carga, corresponde ao Carregando. O segundo traço azul, ao Movimentando Cheio e o caminhão parado no fim do segundo traço azul, logo antes do ponto de basculamento, ao Basculando.



Figura 4.1 – Ciclo Normal do Caminhão

Cada etapa do ciclo é chamada de estado do caminhão. Aqui, o mais importante é a troca de estados. A entrada da informação da troca de estado na versão customizada do Smartmine não será mais feita pelo Tracker e sim pelo operador do *Dispatch Module*, como será apresentado na seção 4.2.

O operador do *Dispatch Module*, por sua vez, fica sabendo da troca de estado de cada caminhão via rádio. Numa situação normal, apenas a mudança do estado de Basculando para Movimentando Vazio é informada para o operador do sistema⁴. Dessa forma, as demais trocas de estado terão de ser automáticas, de acordo com o fim do tempo de ciclo. Isso provocou o surgimento de mais uma funcionalidade: a troca automática de estados sem Tracker, que também será mais bem apresentada na seção 4.2.

Em situações excepcionais, porém freqüentes, uma outra mudança de estado qualquer pode ser informada. Isso faz com que os cálculos de tempo de ciclo sejam válidos para qualquer combinação de pontos onde a troca de estado é informada.

Além disso, outros dois estados, fora do ciclo normal, podem ser informados:

- Quando o caminhão chega em um equipamento de carga para carregar e por algum motivo tem de esperar, geralmente por haver outro caminhão carregando – Fila no Carregamento;
- Quando o caminhão chega ao local de basculamento e, por motivos análogos, não pode bascular – Fila no Basculamento.

Cálculos de Atualização dos Tempos de Ciclo

Na implementação do Smartmine com Tracker, já existia uma estrutura que guardava a média de cada etapa do ciclo para um modelo de caminhões e um determinado ciclo.

Como caso base, vamos considerar um ciclo normal – Movimentando Vazio, Carregando, Movimentando Cheio e Basculando - e uma situação normal de informação de troca de estado – apenas a troca do estado de Basculando para Movimentando Vazio.

Sendo assim, quando a troca de estado é informada, temos o tempo real daquele ciclo. A divisão desse tempo real pelo tempo médio daquele ciclo nos dá um fator que deverá ser multiplicado pelo tempo médio de cada etapa do ciclo. Os valores obtidos dessa multiplicação são, então, guardados na estrutura já existente.

Mas como os ciclos nem sempre ocorrem como considerado anteriormente, podendo haver troca manual de estados a qualquer momento, o algoritmo da atualização de tempos de ciclo teve de ser um pouco mais complexo.

⁴ As quatro mudanças de estado não são informadas por motivos técnicos da transmissão via rádio e por se tratar de muita informação para apenas um operador do sistema.

Para cada troca manual de estados, faz-se a divisão entre o tempo real decorrido desde a troca manual anterior até esta, e o tempo médio do mesmo período. Esse fator é multiplicado pelo tempo de todas as etapas do ciclo onde a troca de estados foi automática - desde a última troca manual. Esses tempos são, então, guardados na estrutura já existente.

Vale lembrar que os tempos dos estados de fila - Fila no Carregamento e Fila no Basculamento - são desconsiderados para esses cálculos. Mesmo porque fila é um estado fora da seqüência normal do ciclo e, sempre, é informada manualmente.

4.2 Troca Manual e Automática de Estados sem Tracker

Na versão do Smartmine com Tracker, a troca dos estados do ciclo não é feita pelo operador do sistema, mas por uma mensagem enviada pelo Tracker. Sendo assim, podemos chamar essa mudança de automática, pois não exige interação com o usuário.

No caso da falta do Tracker, as mudanças de estado passam a ter de ser informadas pelo usuário – troca manual de estados. Mas, no caso da empresa em questão, onde, normalmente, apenas uma troca por ciclo é informada manualmente, as outras três tem de ser automáticas.

Como não há nenhuma ligação entre a troca de estado real e a troca de estado dentro do sistema, a não ser a média de tempo daquela etapa do ciclo, essa média é usada para que seja feita a mudança.

Sendo assim, de segundo em segundo, é verificado se o tempo decorrente de um caminhão em uma etapa de um ciclo já ultrapassou o tempo médio daquele modelo de caminhão, naquele ciclo. Se tiver ultrapassado, então, se aquela troca puder ser automática, ela é efetuada.

Se a troca for do estado de Basculando para Movimentando Cheio, então ela não é feita, pois essa troca deve ser, obrigatoriamente, manual. Nesse caso,

um relógio aparece sobre o ícone do caminhão, informando visualmente ao usuário que o tempo de ciclo médio já foi ultrapassado.

4.3 Tela de Acompanhamento dos Caminhões

No Smartmine com Tracker, há uma tela com um mapa representativo da mina, onde ícones dos caminhões são representados na posição correspondente à sua posição real na mina, de acordo com os dados fornecidos pelo GPS.

Na customização, essa tela deixa de fazer sentido, pois não há dados reais da localização dos caminhões. Dessa forma, foi implementada uma tela de acompanhamento da movimentação da mina completamente baseada nos tempos de ciclo.

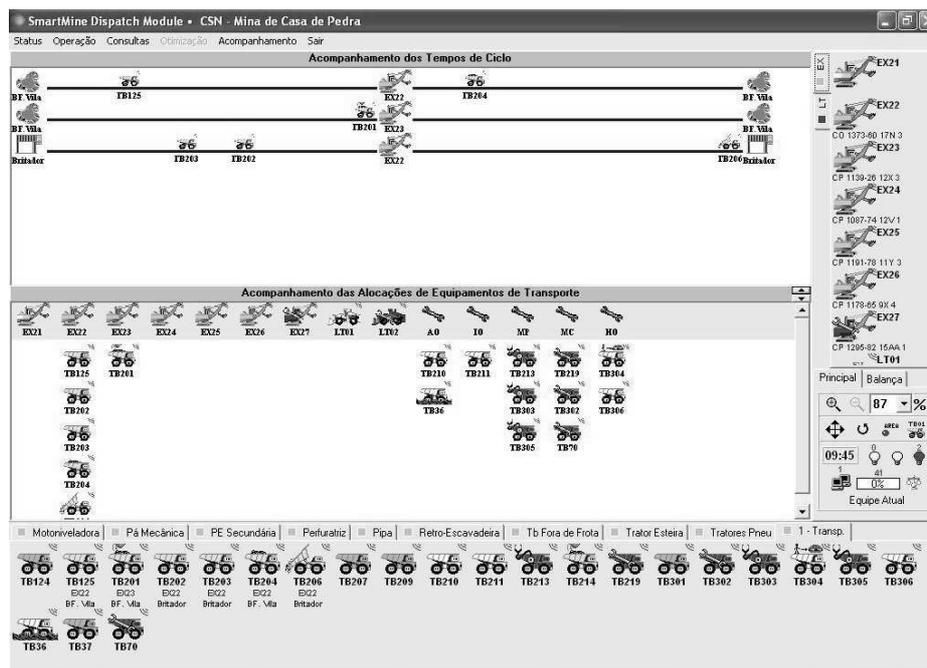


Figura 4.2 – Tela de Acompanhamento dos Caminhões

Essa tela se divide basicamente em duas partes:

1. Tela de Acompanhamento dos Caminhões dentro do Ciclo;
2. Tela de Acompanhamento das alocações dos caminhões por equipamento de carga.

Tela de Acompanhamento dos Caminhões dentro do Ciclo

É uma tela baseada nos fluxos ativos na mina. Um fluxo é caracterizado por um par origem-destino, respectivamente: área de carregamento e área de basculamento. Um fluxo ativo é aquele que possui pelo menos um caminhão carregando na sua área de carregamento e basculando na sua área de basculamento.

Dadas as considerações, podemos considerar que essa tela mostra todos os caminhões em operação, agrupados por origem e destino.

Cada fluxo é representado por:

- Uma figura que representa de onde o caminhão acabou de partir (a área de basculamento);
- Uma figura que representa o equipamento de carga que se encontra onde o caminhão irá ser carregado (a área de carregamento);
- Uma figura que representa de onde o caminhão irá de bascular (novamente, a área de basculamento);
- Um segmento de reta unindo a primeira figura e a segunda – que representa o tempo de Movimentando Vazio;
- Um segmento de reta unindo a segunda figura e a terceira – que representa o tempo de Movimentando Cheio;

Cada fluxo, para aparecer nessa tela, deve estar sendo percorrido por um caminhão, como visto anteriormente.

A figura de cada caminhão em operação é posicionada nessa tela:

- Sobre seu respectivo fluxo;

- De acordo com seu estado – sobre o primeiro segmento se for Movimentando Vazio ou Carregando, e sobre o segundo se Movimentando Cheio ou Basculando;
- Sobre a posição do segmento de reta correspondente à proporção do tempo daquela etapa do ciclo já percorrido em relação ao tempo total daquela etapa.

Tela de Acompanhamento das alocações dos caminhões por equipamento de carga

Um caminhão está alocado em um equipamento de carga quando este equipamento faz parte do seu ciclo⁵.

Nessa tela, são mostrados todos os equipamentos de carga da mina e, abaixo de cada equipamento, os caminhões que estão alocados nele.

Também é mostrada nessa tela a disposição de cada caminhão nos estados de parada os estados em que o caminhão não está operando. São eles:

- Atrasos Operacionais;
- Impedimentos Operacionais;
- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva; e
- Horas Ociosas.

Analogamente à alocação por equipamento de carga, abaixo de cada ícone dos estados de parada, são mostrados os caminhões que estão naquele estado.

4.4 Outras Customizações

Como descrito no início do capítulo, outras customizações – de menor impacto no funcionamento do sistema – tiveram de ser implementadas.

⁵ Um equipamento de carga faz parte do ciclo de um caminhão quando o caminhão está indo ser carregado, está sendo carregado ou já foi carregado pelo determinado equipamento.

Alteração na Aba dos Caminhões

Devido à necessidade de informar trocas de estado manualmente, surge um grande número de interações entre o usuário e os componentes da aba dos caminhões.

Nessa aba, como pode ser visto na Figura 4.3, é exibida a figura de cada caminhão e o seu despacho (se houver).



Figura 4.3 – Aba dos Caminhões

Os menus de acesso às mudanças de estado através do ícone do caminhão na aba são pouco usados na versão sem Tracker, em relação ao uso constante na versão com Tracker.

Devido a esse uso constante, houve a necessidade da criação de menus rápidos de acesso às mudanças de estado mais comuns, como os estados de operação e fila.

Outra alteração na aba dos caminhões foi a flexibilização da sua altura, para que ela comportasse um número maior de caminhões. Nas outras empresas, o número de caminhões não preenchia uma fileira da aba. Mas na empresa em questão, esse número excedia a capacidade de apenas uma fileira, exigindo assim, que, quando não coubesse mais caminhões numa fileira, a altura da aba aumentasse para comportar outra fileira.

Ajuste da Massa Basculada no Britador

O Smartmine calcula a massa basculada em uma certa entidade da mina através da massa média de cada caminhão e o número de viagens que ele basculou lá.

Na empresa em questão, o britador⁶ possui uma balança própria, que fornece a pesagem real da massa de hora em hora. Dada essa pesagem real, é calculado o fator de ajuste: o valor da pesagem real dividido pelo valor da pesagem calculada através da massa média. Em seguida, valor de cada massa basculada naquele período é multiplicado pelo esse fator.

Para o operador do sistema não esquecer de ajustar a massa toda hora, uma mensagem é enviada para ele de dez em dez minutos, até que ele faça o ajuste.

Registro de Viagem de Serviço Auxiliar

Quando um caminhão está operando, mas não em um dos fluxos ativos da mina, ele é considerado em serviço auxiliar.

Na versão com Tracker, esse tipo de viagem não era apontado. Desse modo, o registro dessas viagens teve de ser implementado.

Alterações no Banco de Dados

Para implementação de várias customizações, muitas alterações no banco de dados tiveram de ser feitas, dentre elas: criação de novas tabelas, alterações em tabelas existentes para adição de novos campos, ente outros.

Os detalhes dessas alterações não serão tratados nesse trabalho, por não entrar no escopo de sua definição.

⁶ Britador é o local onde o minério escavado é levado pelos caminhões para iniciar o processo de refinamento.

Diagramas de entidade-relacionamento – assim como partes do código e outros diagramas - também não serão expostos no trabalho, nem em apêndices, por se tratar de um software com direitos reservados.

5 CONCLUSÕES

A customização de um software intensivo é um trabalho extremamente delicado. No caso do Smartmine - por se tratar de um código muito extenso, com núcleos comuns a vários módulos, base de dados única, ente outros fatores - , qualquer alteração pouco discutida com a equipe de desenvolvimento poderia afetar todo o funcionamento já validado do sistema.

Desse modo, implementar as funcionalidades da versão do novo cliente, assim como adaptar as funcionalidades já existentes, exigiu um esforço muito grande de entendimento do sistema, inclusive de partes do código que nem sempre estavam diretamente envolvidas em tais funcionalidades.

A versão do Smartmine com original (com comunicação caminhão-sistema via Tracker e com a utilização de dados do GPS), em uma análise tecnológica, é bem mais avançada do que a versão para qual o sistema foi customizado. No entanto, isso não significou apenas não utilizar alguns recursos do sistema, ao contrário, exigiu que fossem estudadas e implementadas novas formas de entrada de dados – uma vez que isso passa a ser feito pelo operador do *Dispatch Module* e não mais de forma automatizada.

Houve, ainda, funcionalidades do sistema original que não puderam ser omitidas na versão customizada, pois quebraria a compatibilidade entre a parte comum de todas as versões. Essa compatibilidade é necessária para a atualização dessas partes comuns.

Houve, também, funcionalidades novas da versão customizada que foram incorporadas à versão original, como a tela de acompanhamento, mostrada em 4.3. Isso exigiu muita preocupação com sincronização do código.

Para a maioria das customizações, foi exigido um conhecimento aprofundado das necessidades dos operadores da nova versão. Na versão com Tracker, a grande preocupação com usabilidade é com os operadores dos próprios Trackers (os operadores dos caminhões). Na versão customizada, essa

preocupação passou a ser em relação ao usuário do *Dispatch Module*. Sendo assim, a maior parte das customizações possuíam como orientação essa usabilidade.

Também houve fatores que dificultaram a realização projeto, como a carência de um processo de desenvolvimento de software explícito e de modelagem do código do software existente.

Mas, de uma forma geral, o processo de customização do Smartmine para a realidade de um novo cliente foi um trabalho que envolveu o conhecimento do sistema a ser customizado, preocupação com sincronização do código – devido ao fato das versões terem de coexistir - e satisfação dos usuários.

Em uma avaliação total, foi um projeto muito válido e de grande aprendizado para mim, um estudante de graduação, sem experiências anteriores com o mercado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Marques, Isabel. A Internacionalização no Sector de Software. Eurotendências, Portugal, 2000.
- [2] Wang, Y. & Court, I. & Ross, M. & Staples, G. & King, G. & Dorling, A. Quantitative Evaluation of the SPICE, CMM, ISO9000 and BOOTSTRAP, Transactions of IEEE, agosto, 1999.
- [3] R. S. Pressman. Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill, 3ª ed., 1995.
- [4] Garg, P. K. Process-centered Software Engineering Environments . Published by IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA 90720-1264, 1996.
- [5] ROUILLER, Ana Cristina. *Gerenciamento de Projetos de Software para Empresas de Pequeno Porte*. Tese de Doutorado em Ciência da Computação pela UFPE. Recife, 2001.