



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO

XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CONCEPÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO DE OBRAS NO NÍVEL OPERACIONAL UTILIZANDO-SE DA INTERNET E COMPUTAÇÃO MÓVEL

Ricardo Mendes Jr (1); Thiago Henrique Zen (2); Fábio Vinícius Peyerl (3); Flávio de Andrade Neto (4) e Marcelo D'Ávila de Pauli (5)

(1) Eng. Civil, Professor Adjunto da UFPR. mendesjr@ufpr.br

(2). Eng. Civil, Mestrando do PPGCC/UFPR. thiagoz@techresult.com.br

(3). Eng. Civil, Mestrando do PPGCC/UFPR. fabiop@techresult.com.br

(4). Eng. Civil, Mestrando do PPGCC/UFPR. flavioa@techresult.com.br

(5) Eng. Civil, Coordenador de Projetos do CTXML/PR. marcelop@techresult.com.br

Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação – GRUPOTIC

Centro de Estudos de Engenharia Civil Prof. Inaldo Ayres Vieira, Setor de Tecnologia

Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, CEP 81.531-990, Cx. Postal 19.011 Curitiba, PR.

grupotic@cesec.ufpr.br

RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados obtidos no projeto SIGEO. Este projeto teve como objetivos o desenvolvimento do protótipo de um sistema de informações capaz de promover o gerenciamento de uma obra de construção civil com foco no fluxo de informações do canteiro de obras e a pré-incubação de uma empresa de software para transformar o protótipo futuramente em produto final. A proposta do projeto inovou em dois aspectos: o sistema de informação tem como ambiente principal o canteiro de obras (origem das informações de obra) e incorpora procedimentos usualmente não incluídos nos sistemas de gestão; a tecnologia da informação e comunicação utiliza Internet e computação móvel combinadas. O projeto foi desenvolvido com participação direta de empresas construtoras de Curitiba, professores da UFPR e de outras Universidades em vários workshops com a equipe do projeto. A empresa TECHRESULT, formada por acadêmicos e ex-acadêmicos do Curso de Engenharia Civil da UFPR, integrantes do grupo de pesquisa, foi aberta durante o desenvolvimento do projeto. A principal contribuição para as pesquisas em software de gestão de obras é a proposta de integração em ambiente WEB das informações geradas no canteiro de obra para o planejamento, o controle da execução, qualidade e segurança dos serviços utilizando dispositivos de computação móvel. O artigo apresenta o método de desenvolvimento do projeto, os conceitos incorporados, o uso da tecnologia e um primeiro estudo de caso. Este projeto contou com apoio financeiro do CT-INFO (FINEP, 2002).

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção, Sistemas WEB, Computação Móvel.

ABSTRACT

The present paper presents the results obtained in the research project SIGEO. The objectives of the project were the development of a prototype of an information system capable of promoting the management of construction works with focus in the stream of information working in the construction site and the spin-off of a software company that in the future will transform the prototype in final product. The proposal of the project innovated in two aspects: the information system has as its main environment the construction site (origin of the information of construction works) and incorporates procedures usually not included on management systems; the information and communication technology uses Internet and mobile computing combined. The project was developed with straight participation of construction companies of Curitiba, professors of the UFPR and of other Universities in several workshops with the project team. The company TECHRESULT, formed by students and ex-students of the Civil Engineering Course of the UFPR, members of the research group, was open during the development of the project. The main contribution for the researches in

construction management software is the proposal of integration in WEB environment of the information generated in the construction site for the planning, the execution control, work quality and safety using mobile computing devices. The paper presents the methodology used to develop the project, the emergent concepts, the use of the technology and the very first case study. The project had financial support of the CT-INFO Announcement. (FINEP, 2002).

Keywords: Work Planning and Control, WEB Systems, Mobile Computing.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil se encontra atualmente um pouco defasado tecnologicamente, principalmente quando o comparamos com outros setores da indústria (LIMA, 2005 e VIEIRA, 2005). Isso se deve, conforme apresentado por Nascimento e Santos (2002b) e Nitithamyong e Skibniewski (2004), a um conjunto de barreiras ligadas aos profissionais que atuam na área, aos seus processos estabelecidos de longa data, às características do próprio setor e a deficiência de tecnologia.

Um dos problemas existentes é apontado por Nitithamyong e Skibniewski (2004) como sendo a grande quantidade de “stakeholders” (projetistas, fornecedores e colaboradores) ligados à indústria da construção civil, colaborando para a fragmentação das atividades do setor, e levando à problemas de documentação, informalidade, baixa produtividade e perda de qualidade. Segundo Dawood, Akinsola e Hobbs (2002) essa falta de cooperação entre os envolvidos nos trabalhos normalmente provoca perdas de eficiência e produtividade nas atividades do setor.

Inicialmente os sistemas foram desenvolvidos de forma individual, cada um objetivando atender uma finalidade específica (SOILBELMAN e CALDAS, 2000). A necessidade de integração do processo construtivo com as informações pode agora ser atingida através da TI, especialmente com o uso de tecnologia WEB (DAWOOD; AKINSOLA; HOBBS, 2002). A Internet se destaca, entre as tecnologias de TI disponíveis, como a que melhor facilita essas atividades de colaboração (NITITHAMYONG; SKIBNIEWSKI, 2004). Entretanto, conforme Caldas e Soilbelman (2001), o uso da Internet fez com que a necessidade de integração de informação entre empresas responsáveis por aspectos diferentes do empreendimento e utilizando diferentes sistemas computacionais se tornasse mais aparente. Os sistemas colaborativos baseados na Internet, também chamados de Extranets, permitem essa coordenação de informações com a colaboração entre as diversas partes envolvidas no projeto como fornecedores, clientes e outras empresas que compartilham objetivos comuns (CALDAS e SOIBELMAN, 2001). As Extranets propiciam velocidade de comunicação e atualidade das decisões tomadas possibilitando uma análise crítica de toda a equipe e são atualmente uma das principais tecnologias da Internet ligadas à Construção Civil (NASCIMENTO e SANTOS, 2002a).

A maioria dos estudos sobre as Extranets disponíveis comercialmente enfoca a questão da colaboração entre projetistas durante a fase de concepção do produto. Entretanto, segundo Isatto e Formoso (2004), considerar uma Extranet de projeto apenas como um sistema de colaboração para o desenvolvimento do produto (design) pode limitar significativamente o potencial de benefícios deste tipo de sistema.

Para Rebolj, Magdic e Cus-babic (2002) e Souza e Amorim (2001) um dos principais problemas em se utilizar a TI na Engenharia Civil é que a atividade de construção envolve constantes mudanças de local, não só os supervisores e engenheiros, mas até mesmo mestres costumam deslocar-se entre diferentes canteiros, às vezes distantes entre si. Esta é uma grande desvantagem em relação a outras indústrias. Dentro de um mesmo canteiro as equipes distribuem-se em locais diferentes, obrigando-se a constantes deslocamentos para inspeção e controle. Assim, uma tecnologia que vem crescendo em aplicações para construção civil são os dispositivos móveis, computadores portáteis que conseguem armazenar aplicações com boa quantidade de dados (AZIZ *et al.*, 2004). Segundo Kuladinithi, Timm-Giel e Görg (2004), a utilização desses sistemas deve revolucionar os processos de trabalho do setor da construção. Kimonto *et al.* (2005) enumerou alguns requisitos necessários para computação móvel na construção civil: mobilidade e durabilidade do hardware; compatibilidade do hardware e do sistema

operacional; coerência de dados entre o dispositivo móvel e a base de dados central; estabilidade do sistema e fácil interface com o usuário.

Contudo, para muitas das empresas os avanços tecnológicos se concentraram nas operações do escritório da empresa e não pôde ser estendido aos canteiros de obras, devido à falta de tecnologias de comunicação e de sistemas que fossem viáveis financeiramente (SOILBELMAN e CALDAS, 2000). Desse modo, a principal contribuição deste projeto de pesquisa é a proposta de integração em ambiente WEB das informações geradas no escritório com as verificadas no canteiro de obra utilizando dispositivos de computação móvel e focando no planejamento dos empreendimentos e controle da execução, qualidade e segurança dos serviços.

Este artigo apresenta os resultados obtidos a partir do projeto de pesquisa SIGEO, realizado no Grupo de Tecnologia da Informação e Comunicação (GRUPOTIC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) com apoio financeiro do CT-INFO (FINEP, 2002). Esse projeto teve dois objetivos principais: o desenvolvimento de um protótipo de programa computacional para o planejamento e controle de obras no nível operacional, utilizando-se de informações diretamente coletadas no canteiro de obra; e a pré-incubação de uma empresa para futura comercialização do protótipo desenvolvido. Ambos os objetivos foram alcançados com o desenvolvimento do sistema Plantracker (MENDES JR *et al*, 2005) e a criação da TechResult, empresa atualmente incubada no Núcleo de Empreendedorismo e Projetos Multidisciplinares (NEMPS) da UFPR.

2 PROJETO SIGEO

2.1 Objetivos

A proposta de desenvolvimento do projeto SIGEO (Sistema de Gestão de Obras) surgiu como uma evolução dos trabalhos iniciados em 2000 com o desenvolvimento de protótipos em ambiente WEB para a gestão de projetos de construção no GRUPOTIC. Dessa forma, o projeto insere-se perfeitamente em uma das linhas de pesquisa que o grupo elegeu em sua fundação, no ano de 2000.

Com o objetivo de projetar e desenvolver uma aplicação ágil para a consulta, atualização e registro das informações de atividades geradas em canteiros de obra passando informações confiáveis para o gerente do empreendimento de forma automatizada e contínua, foi submetida à FINEP, em setembro de 2002, proposta para o Edital do CT-INFO 2002, a qual foi aprovada em dezembro de 2002.

Os dois objetivos principais do projeto eram o desenvolvimento de um programa computacional protótipo, para gestão de obras no nível operacional utilizando-se da Internet e computação móvel, e a pré-incubação de uma empresa para comercialização do protótipo desenvolvido.

2.2 Descrição do Projeto

O projeto iniciou em setembro de 2002, com a aprovação de uma proposta de pré-incubação de uma empresa de desenvolvimento de sistemas para construção civil na Incubadora Tecnológica da UFPR (NEMPS – Núcleo de Empreendedorismo e Projetos Multidisciplinares). Após algumas consultorias e avaliação proporcionadas pelo NEMPS, em agosto de 2003 a equipe do projeto foi totalmente alterada, bem como novas metas e prazos foram estipulados. Esta mudança proporcionou maior motivação e uma nova organização ao projeto. Dentro dos métodos de trabalho alguns procedimentos como reuniões semanais de acompanhamento, distribuição de responsabilidades, relatórios semanais de atividades e gerenciamento de riscos do projeto foram implementados. Outra característica importante no trabalho da equipe foi o pleno uso de ferramentas de tecnologia de informação para comunicação e organização, como por exemplo, com o uso o sistema SIGEP de gestão e colaboração em projetos baseado na WEB (desenvolvido em 2000 no GRUPOTIC).

Os recursos financiados pelo CT-INFO possibilitaram diversas ações, como: contratação de equipe para desenvolvimento da aplicação, desenvolvimento de plano de negócio, desenvolvimento de design

de marca e visuais do protótipo, abertura da empresa, aquisição de livros e materiais didáticos, e viagens para participação em congressos e feiras nacionais e internacionais.

Primeiramente, buscou-se sanar as deficiências da equipe em relação à tecnologia e ao desenvolvimento de sistemas. Assim, com o objetivo de estudar e demonstrar o uso da tecnologia WEB associada a dispositivos móveis no desenvolvimento de aplicação de gerenciamento de obras, foi desenvolvido um projeto piloto, prova de conceito patrocinada pelo Centro de Treinamento XML de Curitiba, que produziu um protótipo denominado Galápagos (MENDES JR *et al*, 2004). A implementação ocorreu durante um período de sete semanas e teve como objetivo principal o desenvolvimento de duas aplicações (uma aplicação WEB simplificada e uma aplicação para dispositivo móvel) para comunicação de dados entre três módulos de dados essenciais para uso em gerenciamento de empreendimentos de construção civil - orçamento, planejamento e controle da obra, que utilize a comunicação de dados entre equipamentos distintos (Servidor e PocketPC).

Em paralelo ao desenvolvimento do protótipo o processo de concepção e desenvolvimento do sistema foi planejado para ser realizado em quatro etapas, não necessariamente estanques: a) visão: identificação das necessidades do negócio junto a futuros usuários e determinação de objetivos gerais do sistema; b) planejamento: definição das funcionalidades a serem incluídas no sistema, e a elaboração do plano para o seu desenvolvimento; c) desenvolvimento: codificação e documentações do sistema, e sua liberação para testes; d) estabilização: identificação das falhas do sistema e sua eliminação.

Atendendo a um dos objetivos do projeto a empresa TechResult foi incubada no Nempis. O período de incubação da empresa que atualmente gerencia e comercializa a aplicação Plantracker., encerra-se em agosto de 2006.

Como indicadores de execução do projeto podemos citar alguns artigos submetidos para os congressos ENTAC 2004, SIBRAGEC 2005 e CIB W107 2006; e a dissertação de Bárbara T. Vilas Boas no Programa de Pós-graduação em Construção Civil da UFPR. Outro indicador foi a participação do projeto no Imagine Cup 2005, competição mundial de software apoiada pela Microsoft, no qual o Plantracker obteve a quarta colocação em âmbito nacional.

3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O projeto SIGEO propôs a concepção de um sistema de informações capaz de promover o gerenciamento de uma obra de construção civil com foco no fluxo de informações do canteiro de obras. Com esse escopo inicial bastante abrangente, a atividade inicial dentro do projeto foi estruturar uma metodologia para melhor definição dos requisitos do sistema.

Foi adotado um método baseado em workshops reunindo além dos pesquisadores do projeto, profissionais atuantes em construtoras da região de Curitiba e professores de universidades (UFPR, UEPG e UFF). Através da Figura 1 é possível acompanhar o desenvolvimento das atividades dentro do projeto SIGEO.

3.1 Workshop 1

O primeiro workshop tinha como objetivo introduzir os diversos participantes no contexto do projeto e iniciar as discussões do funcionamento do sistema. Foi apresentado o protótipo Galápagos (MENDES JR *et al*, 2004) desenvolvido anteriormente, que demonstra o uso da tecnologia WEB associada a dispositivos móveis no desenvolvimento de aplicação de gerenciamento de obras, modelo esse do Galápagos que seria usado no sistema do projeto SIGEO.

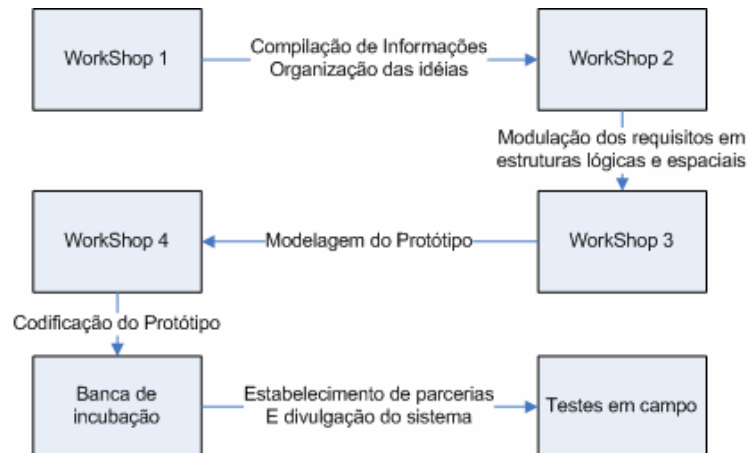


Figura 1 – Atividades do projeto SIGEO

Os participantes foram induzidos a opinar sobre o que o sistema deveria abordar e quais dificuldades e desafios existentes hoje no gerenciamento de obras que poderiam ser melhor trabalhados com um sistema de informações. Cinco itens foram eleitos pelos participantes do workshop como requisitos que deveriam ser contemplados no escopo do sistema: **1) Planejamento (operacional – diário), 2) Controle de execução das tarefas (qualidade), 3) Medição das atividades, 4) Controles de segurança do trabalho, 5) Integração com Banco de Dados (para reaproveitamento em obras futuras)**

Após o workshop a equipe de pesquisadores do projeto se concentrou no estudo mais aprofundado desses requisitos e compilação de todas as idéias levantadas na discussão.

3.2 Workshop 2

O segundo workshop iniciou com a apresentação dos cinco requisitos eleitos no workshop anterior e as informações mais detalhadas levantadas pelos pesquisadores sobre esses requisitos. Os pesquisadores também estruturaram as diversas informações relacionadas aos requisitos indicando como seria a sua entrada no sistema, quais os processamentos necessários e saídas esperadas. As discussões do workshop focaram na validação dos diversos conceitos introduzidos pelos pesquisadores acerca dos requisitos.

3.3 Workshop 3 e modulação dos dados

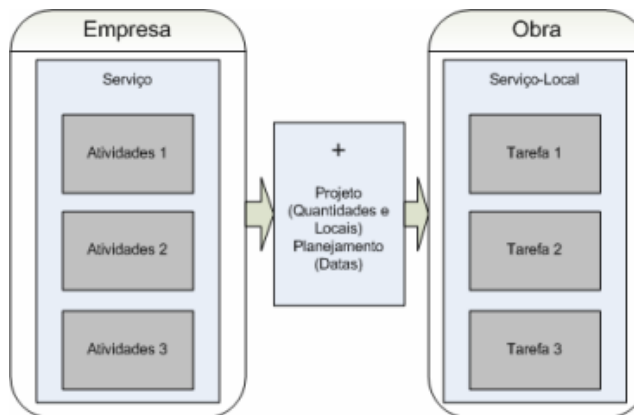
Uma vez validados e estruturados os requisitos a serem abordados pelo sistema o trabalho dos pesquisadores se concentrou na modelagem conceitual desses diversos requisitos em estruturas lógicas. Era necessário estruturar o sistema em camadas de informações para promover separação dos dados que eram comuns a todas as obras da construtora gerenciadas no sistema, das informações específicas de cada obra. Assim o sistema foi dividido em duas camadas: Camada Empresa e Camada Obra. Para estruturar as informações inerentes às atividades físicas construtivas. Essa estruturação teve como base o trabalho desenvolvido por Souza e Amorim (2001). Esta apresenta os dados estruturados em duas linhas:

- Uma lógica espacial, na qual os eventos são associados a locais;
- Uma lógica de atividades ou serviços, baseada no conceito de tarefa que é um conjunto de atividades necessárias para a realização de boa parte da obra.

No sistema foram criadas as estruturas chamadas de serviços e atividades que são próprias da camada conceitual de empresa. Essas duas estruturas contém apenas dados que são comuns a todas as obras da

empresa construtora (incluindo dados construtivos, de segurança do trabalho e controle de qualidade), permitindo uma parametrização e padronização das atividades da corporação. Os serviços e atividades são entidades de características predominantemente iguais, sendo diferentes no sentido de que os serviços referem-se a operações mais abrangentes (como a construção de uma laje) e as atividades a operações mais específicas (como a construção de formas para lajes de concreto).

Outro ponto importante para o entendimento destes conceitos reside no fato de que uma **atividade** sempre pertence a um **serviço**. Os dados dos **serviços** e **atividades** ao ganharem informações de lógica espacial (quantidade, local e datas) são incorporados a camada obra de informações recebendo a denominação de **serviço-local** e **tarefa** respectivamente.



**Figura 2 – Arquitetura do sistema:
Estrutura conceitual dos serviços**

Essa modulação do sistema foi apresentada aos participantes do WorkShop 3, juntamente com um esboço das telas do sistema. O objetivo do workshop era apresentar a modulação desenvolvida e mostrar através das telas como seria a navegação do sistema. Os participantes do workshop apontaram no final do mesmo a necessidade de existir restrições de acesso a determinadas funcionalidades a alguns usuários. Isso motivou uso de perfis dinâmicos no cadastro de usuários do sistema, permitindo assim total flexibilidade na restrição de acesso a funcionalidades aos diversos usuários do sistema. Também foi incorporado ao sistema funcionalidades de origem colaborativa como gestão de documentos e comunicados agregando assim valor ao sistema.

3.4 Modelagem do protótipo

Partindo dos conceitos validados até o terceiro workshop, e usando o paradigma usado no protótipo Galápagos (MENDES JR *et al*, 2004), o sistema foi concebido da seguinte forma:

- **WEB:** extranet corporativa podendo ser acessada por qualquer computador com acesso a internet através de um navegador. Essa plataforma é suficiente para atender sozinha todos os requisitos do sistema.
- **Dispositivo Móvel:** aplicação para dispositivo móvel tendo como base o sistema operacional Pocket PC 2003. Essa plataforma permite a utilização de todos os requisitos do sistema diretamente no canteiro de obras.

O funcionamento do sistema pode ser acompanhado na Figura 3. Na camada Empresa são parametrizados os dados da empresa, bem como as estruturas de serviços e atividades. Esses dados são aproveitados na configuração de uma nova obra no sistema já dando subsídios para a criação de um planejamento (cronograma) criando as estruturas de serviços-locais e tarefas. Esse cronograma pode ser ajustado para que seja iniciado o controle que pode ser feito na WEB ou no dispositivo móvel. Os dados de controle são processados gerando relatórios de qualidade e segurança do trabalho (inclusive documentando não conformidades) e se for necessário ajustes no planejamento.

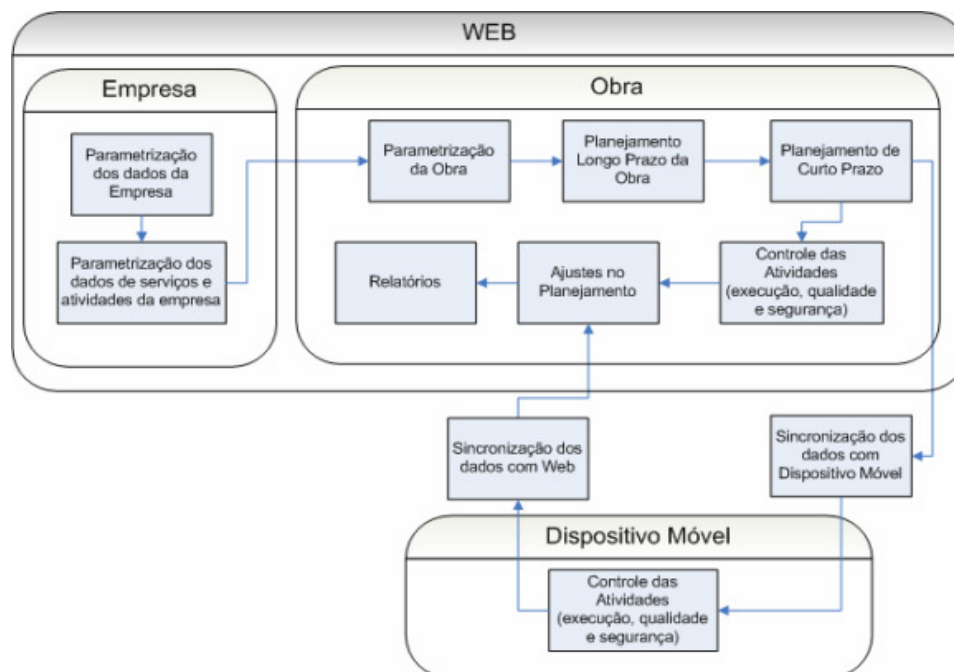


Figura 3 – Funcionamento do sistema

Um dos pontos cruciais na concepção e desenvolvimento da aplicação global, foi propiciar a perfeita sincronia dos dados persistidos no dispositivo móvel com o servidor de banco de dados alimentado através do módulo WEB. A tecnologia de serviços WEB e o padrão XML foram adotados para o trânsito de dados de uma plataforma à outra devido à sua natureza multi-plataforma e relativa independência no que tange à comunicação. Em relação à interface de usuário para o módulo móvel, deve-se salientar que houve relevante preocupação na concepção das telas para a plataforma Pocket PC para que o trabalho de digitação fosse minimizado, simplificando o manuseio em canteiros de obra.

3.5 Workshop 4 e codificação do sistema

No quarto Workshop foi apresentada a modelagem do sistema, bem como as telas definitivas do sistema. A intenção foi passar aos participantes uma visão de como o sistema seria desenvolvido e quais os prazos de desenvolvimento. Também foi discutida funcionalidades que futuramente seriam incorporadas ao sistema. Após o Workshop 4 o trabalho dos pesquisadores se concentrou no desenvolvimento da aplicação envolvendo nessa etapa do trabalho diversos programadores do GRUPOTIC e programadores contratados para o projeto. Essa codificação deu origem ao sistema Plantracker (MENDES JR *et al*, 2005) que foi o nome comercial dado ao sistema. A tecnologia de desenvolvimento adotada foi a tecnologia Microsoft .Net (criada pela Microsoft em 2002) que simplifica sensivelmente o desenvolvimento de aplicações para WEB e para dispositivos móveis bem como a comunicação entre estas através de serviços WEB. A modelagem do sistema também foi feita segundo necessidades de engenharia de software sendo concebidos diagramas de entidades e relacionamento de banco de dados bem como diagrama de classes de objetos usados na codificação.

3.6 Banca avaliação da pré-incubação

A entrega do sistema foi feita na banca de avaliação da pré-incubação da empresa Techresult promovida pelo NEMPS. Na banca a empresa Techresult apresentou além do sistema desenvolvido, os planos de negócios e estratégicos para incorporação no mercado e exploração comercial do sistema.

Após esta banca as atividades dos pesquisadores se concentraram no estabelecimento de parcerias para efetivação de testes de campo de uso do sistema.

4 ESTUDO DE CASO

Depois de concluído o desenvolvimento do sistema buscou-se realizar a implantação do mesmo em uma obra, a fim de homologar os requisitos especificados e verificar a viabilidade da sua utilização em canteiro de obras. Assim, o sistema desenvolvido foi aplicado em obra da Empresa A, no período de cinco meses, de julho a novembro de 2005. A Empresa A, com sede em Curitiba, atua há mais de 25 anos no ramo da construção civil, atualmente com ênfase no segmento habitacional de baixa renda. A empresa possui certificação ISO 9000 e o nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação.

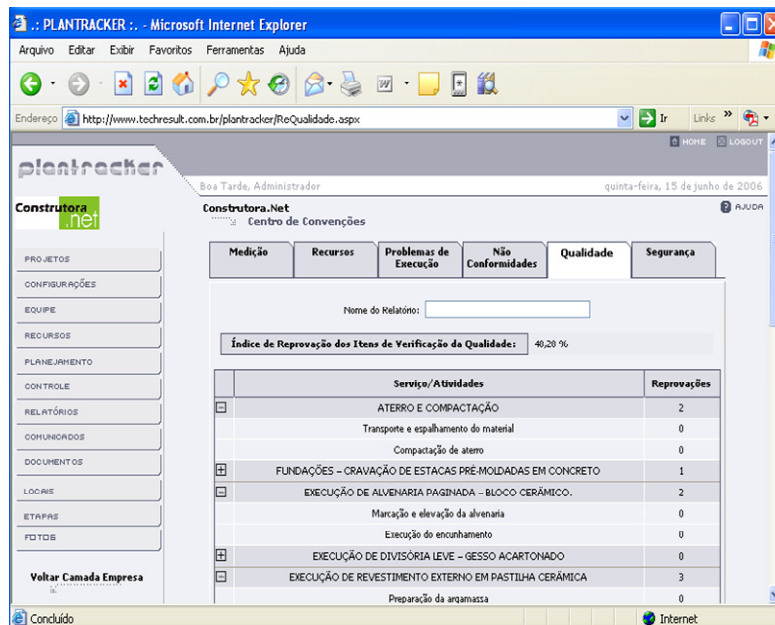


Figura 4 – Imagem do sistema: Relatório de reprovações de qualidade de cada serviço e atividade.

4.1 Características do Canteiro de Obra

A obra onde se realizou o estudo, a qual será denominada Obra A, trata-se de um empreendimento do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) do governo federal, financiada pela Caixa Econômica Federal, situado na Região Metropolitana de Curitiba. A construção do empreendimento, que iniciou em janeiro de 2005 com duração prevista de 12 meses, é constituída de 19 blocos residenciais com 4 pavimentos e 4 apartamentos por andar, totalizando 304 residências. O número de funcionários alocados à obra variou de 70 a 200, conforme a fase de execução. Como estrutura de tecnologia da informação a Obra A possui no canteiro de obra 3 computadores interligados em rede e com acesso em banda larga a internet. Esses computadores eram usados para controle administrativo da obra (incluindo o armazenamento de medições), utilizando-se os softwares Microsoft Excel e Microsoft Project. Através da internet existia uma grande interação do escritório central com a obra, sempre via e-mail. Pode-se perceber que a obra apresenta toda a estrutura necessária para pleno uso do sistema, mitigando, assim, barreiras relacionadas à infra-estrutura de tecnologia da informação.

4.2 Plano de Trabalho

Um plano de trabalho foi definido inicialmente como proposta de implantação do sistema Plantracker. Primeiramente, foram definidos os usuários do sistema e seus respectivos papéis (limitando o acesso a determinados módulos do sistema). Em seguida, foi definido o usuário administrador, cuja função era ser o líder da implantação, responsável pela efetiva utilização do sistema na obra estudo de caso. Para a Obra A foi definida como administradora uma engenheira de produção civil recém contratada para readequar os processos de qualidade da empresa, com o objetivo de renovar as certificações (ISO e PBQP-h). O próximo passo foi realizar treinamento aos usuários, apresentando-lhes uma visão geral e, também, conforme o papel definido, as funcionalidades específicas do sistema. Antes do uso efetivo do sistema foram realizadas as configurações iniciais do mesmo, com destaque para a relação dos serviços de obra e seus respectivos itens de verificação da qualidade. Essa tarefa foi facilitada, pois a empresa estudada já possui um padrão da qualidade e a administradora do sistema era responsável

diretamente pela implantação da qualidade. O próximo passo do plano de trabalho foi, em conjunto com o engenheiro da obra, definir o planejamento dos serviços de médio prazo. Foram planejados apenas parte dos serviços da obra, pois uma grande quantidade de dados, em um primeiro momento, poderia complicar o uso do sistema. Com os serviços planejados, foi possível realizar o controle de execução e da qualidade, utilizando o próprio sistema web (Figura 4) ou o módulo móvel para computador de mão. Grande parte de implantação do sistema ficou a cargo dos pesquisadores, que tiveram grande controle sobre os eventos (uso do sistema), e eram capazes de conduzir e corrigir os problemas encontrados durante a implantação. Desta maneira podemos considerar os pesquisadores atuaram como “observadores participantes”.

4.3 Resultados e Considerações

Logo no início dos trabalhos de implantação pode-se identificar a necessidade de diversos ajustes nos requisitos de planejamento e controle do sistema. Assim foram incluídas as seguintes funcionalidades: Gráfico de Gantt para planejamento e controle, associado a um filtro avançado de serviços e atividades; Atividades predecessoras e sucessoras; Cálculo automático das datas de início e término quando re-planejadas as tarefas e Linha de base para manutenção do planejamento original.

Dessa maneira o sistema teve que voltar para a fase de desenvolvimento enquanto eram iniciadas as primeiras atividades do plano de trabalho de implantação. Isso fez com que se passem três meses da implantação. Quando as alterações estava já estavam implementadas e o sistema estabilizado para uso outros problemas apareceram, não no sistema, mas na própria obra. Tanto o Engenheiro da Obra quanto o estagiário da mesma, que receberam treinamento e acompanharão a configuração do sistema, foram trabalhar no escritório central, sendo substituídos outras pessoas totalmente alheias ao trabalho de implantação já desenvolvido. Além disso, a obra já se encontrava em seus três meses finais, tornando-se realmente complicado a utilização de um novo software de controle. Mesmo assim foram feitas inserções de dados de planejamento e controle para testar a aplicabilidade dos requisitos do sistema. Devido aos problemas apresentados, a implantação do sistema não foi possível concluir o estudo de caso, de modo que esse pode ser considerado um estudo de caso preliminar do sistema, valioso para avaliação dos requisitos do software, porém, insuficiente para avaliar a real eficácia do sistema Plantracker em obra. Assim, o próximo passo do projeto deverá ser a implantação do sistema em uma nova obra, observando-se as lições aprendidas nesse estudo de caso preliminar. Estas pesquisas estão tendo continuidade em outro projeto em fase de iniciação apoiado pelo CNPq (Edital Fomento Tecnológico/2005) tendo como parceira a empresa TECHRESULT.

5 REFERÊNCIAS

- AZIZ, Z. et al. **Semantic web based services for intelligent mobile construction collaboration**. Electronic Journal of Information Technology in construction, v.9, p. 367-379, ago 2004
- CALDAS, C. H. S.; SOILBELMAN, L.; **Avaliação da logística de informação em processos inter-organizacionais na construção civil**. Anais do II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade do Trabalho no Ambiente Construído (SIBRAGEC'2001), set. 2001, Fortaleza, CE (CD-ROM).
- DAWOOD, N.; AKINSOLA, A.; HOBBS, B. **Development of automated communication of system for managing site information using internet technology**. Automation in Construction, v.11, n.5, p. 557-572, ago 2002.
- ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. **A implementação e administração de extranets em empreendimentos complexos de construção civil**. In: I Conferencia Latino Americana de Construcción Sostenible / 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. Anais do clACS'04 / ENTAC'04. São Paulo : SmartSystems Consulting, 2004.
- KIMONTO, K.; ENDO, K.; IWASHITA, S.; FUJIWARA, M. **The application of PDA as mobile computing system on construction management**. Automation in Construction, Vol. 14, No 4, p. 500-511, ago 2005.
- KULADINITHI, K.; TIMM-GIEL, A.; GÖRG, C. **Mobile ad-hoc communications in AEC industry**. Electronic Journal of Information Technology in construction, v.9, p. 313-323, ago 2004

LIMA, C. **Interoperabilidade no setor da construção – experiências européias**. In: TIC2005 - II Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2005, São Paulo. Anais do TIC2005. São Paulo: EPUSP, 2005.

MENDES JR, R; VILLAS-BÔAS, B. T.; PAULI, M. D. de; de ANDRADE NETO, F.; AZUMA, F. ZEN, T. H. **Desenvolvimento de aplicação em gestão de obras com computação móvel – Projeto Galápagos**. In: I Conferencia Latino Americana de Construcción Sostenible / 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo. Anais do claCS'04 / ENTAC'04. São Paulo : SmartSystems Consulting, 2004.

MENDES JR, R; ZEN, T. H; PEYERL, F. V.; PAULI, M. D. de; de ANDRADE NETO, F. **Sistema de informações para planejamento e controle de serviços no canteiro de obras - Plantracker**. In: Anais do IV Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da Construção / I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção, 2005, Porto Alegre. CD-ROM

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T.; **Recuperação de Informação em Sistemas de Informações na Construção Civil: o Caso das Extranets de Projeto**. In: Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 2002, Curitiba. Anais do Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil. Curitiba : UFPR, 2002a.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. **Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil**. In: Anais do II Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Porto Alegre – RS, PUC-RS, 2002b. CD-ROM.

NITITHAMYONG, P. e SKIBNIEWSKI, M. J.; **Web-based construction project management systems: how to make them successful**. Automation in Construction, Vol. 13, No 4, p. 491-506, julho de 2004.

PBQP-H. **Apresentação do programa**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/Apresentacao.htm>>, Acesso em 22 mai 2005.

REBOLJ, D.; MAGDIC, A.; CUS-BABIC, N. **Mobile Computing in construction** In: CIB W78 conference 2002, Denmark. Proceedings..., Aarhus, Denmark, 2002. Disponível em: <<http://fg.uni-mb.si/cgi/Mobile%20computing%20in%20construction.htm>> Acesso em 22 mai 2005.

SOILBELMAN, L. CALDAS, C.H.S. **O uso de extranets no gerenciamento de projetos: o exemplo norte-americano**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: MODERNIDADE E SUSTENTABILIDADE, 8., 2000, Salvador. Anais... Salvador: UFBA/UNEB/UEFS/ANTAC, 2000. CD-ROM.

SOUZA, J. M. e AMORIN, S. R. L. **SIGMO – Sistema Integrado de Gerenciamento Móvel em Obras** Coletânea Habitare – vol 2 – Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. 2001. Disponível em <<http://habitare.infohab.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/101.pdf>>, Acesso em 22 mai 2005.

VIEIRA, Hélio Flávio. **Dinamização da construção civil pela tecnologia da Informação**. IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Porto Alegre, RS, 2005.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos às empresas parceiras que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho: Construtora Irmãos Thá, Construtora Norconsil e Empresa Internacional de Engenharia. Ao Fundo Setorial de Informática (CT-INFO) e a FINEP que apoiaram com recursos financeiros o projeto SIGEO (Edital CT-INFO/FINEP-2002). Aos professores que contribuíram com a discussão da especificação do sistema: Sérgio Scheer, Carlos F. Alice Parchen, José de Almendra Freitas Júnior e Áurea A. Bruel (UFPR), Sérgio R. Leusin de Amorim (UFF) e Carlos L. Sant'Ana Vargas (UEPG). Aos colaboradores do GRUPOTIC que participaram do desenvolvimento do sistema: Bárbara Villas-Bôas, Cássio Milani, Marcelo Yanaga, Marco Konopacki e Maverson Rosa.