

**XIV Congresso Ibero
Latino-Americano de
Métodos Computacionais
em Engenharia**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas
São Paulo - SP - Brasil
1 a 3 de dezembro de 1993

O CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE SOFTWARE

João Bosco Schumann Cunha
Tatuo Nakanishi
Laboratório de Computação Aplicada, INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja
CEP 12227-010 São José dos Campos São Paulo - SP.
e-mail: bosco@lac.inpe.br

SUMÁRIO

O controle do software, documentos, itens e seus relacionamentos durante o desenvolvimento e a manutenção de um grande sistema de software é um fator importante na garantia da qualidade e da produtividade. Para realizar este controle é necessário um conjunto de providências, integradas ao processo de desenvolvimento e manutenção. Essas providências são relacionadas neste trabalho e para algumas delas, tais como, a organização de ambiente de desenvolvimento, a organização da equipe e a estruturação de diretórios, são apresentados exemplos ilustrativos.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade e a produtividade são preocupações constantes no desenvolvimento de software principalmente quando se trata de grandes sistemas. A partir da última década diversos fatores, tais como, a alterabilidade, a utilizabilidade, a reutilizabilidade e o cumprimento do prazo de desenvolvimento, se tornaram preocupações adicionais à correção e à eficiência de programas (ACM, 1981). A evolução das técnicas, dos métodos e das ferramentas para o processo de desenvolvimento de software tem contribuído para o aumento da qualidade e da produtividade. Entretanto, as condições atuais apontam ainda para um conjunto de problemas que precisam ser solucionados (Boehm, 1991; Kumar 1991). Alguns problemas, como por exemplo, a dificuldade de controlar a multiplicidade de versões de um módulo de programa poderão não existir no desenvolvimento de pequenos sistemas mas eles poderão se tornar cruciais no desenvolvimento e na manutenção de grandes sistemas

Nos sistema de software, como no caso do Software para Controle de Satélites, o seu tamanho poderá chegar a algumas antenas de milhares de linhas de códigos, com milhares de

módulos de programa, e a equipe de desenvolvimento poderá conter dezenas de profissionais. No desenvolvimento desses sistemas um módulo produzido por um grupo poderá ser reutilizado por outros grupos em outras partes do sistema; mesmo durante o desenvolvimento esse módulo poderá sofrer alterações e essas alterações poderão afetar outros módulos. Da mesma forma, os documentos estarão sujeitos às alterações bem como sofrer influências de alterações realizadas em outros documentos e ou softwares (Madhavji, 1992).

Além dos tradicionais produtos (software e documentos); outros itens como parâmetros de rotinas, nomes lógicos, "event flags", fila de mensagens, área de dados globais, etc, e outros produtos como arquivos de dados, arquivos "include", etc, precisam também ser verificados quanto às suas qualidades (corretude, consistência, etc) e colocados sob controle (Cunha e Nakanishi, 1993). Uma vez sob controle, todas as alterações e exclusões de qualquer um desses elementos só poderão ser realizadas após as devidas análise e aprovações para que a sua qualidade seja preservada. Para isso, os produtos devem ser armazenados em bibliotecas controladas que permitem livre consulta porem alterações somente por equipes autorizadas. A autorização é estabelecida por meio de um esquema de contas e prioridades.

A determinação de todos os itens e outros produtos relacionados com um dado produto a ser modificado é uma necessidade da fase de análise e posterior reserva para modificação. Além das informações de cadastro dos produtos e itens, também é necessário manter informações sobre esses relacionamentos ou seja, associações existentes entre produtos e produtos, entre itens e itens e entre produtos e itens. Esta tarefa não pode ser feita manualmente devido a quantidade de informações e devido ao volume de processamento nos cruzamentos de informações, dessa forma, um banco de dados é necessário para manter os cadastros de todos os produtos, itens e relacionamentos. Tanto quanto as bibliotecas de produtos e itens, o banco de dados de cadastro deve também ser controlado (Cunha e Nakanishi, 1993).

A necessidade de controle se estende para a fase de operação de modo que a manutenção seja realizada preservando o nível de qualidade obtido no desenvolvimento. O relaxamento das atividades de controle poderá permitir uma rápida degeneração da qualidade e a uma drástica redução da vida útil do sistema. Portanto os investimentos feitos para a implementação desse controle, além de ser essencial durante o desenvolvimento, poderá continuar dando um retorno positivo durante toda a existência do sistema, possibilitando a execução eficiente e segura das atividades de manutenção.

Para o funcionamento do esquema de controle é necessário que os membros da equipe de desenvolvimento executem procedimentos de controle adequadamente integrados ao processo de desenvolvimento. Estes procedimentos estabelecem as normas e as responsabilidades que garantem a correta execução do esquema de controle. Por exemplo, a substituição de um produto de software por uma versão mais nova só pode ser realizada se o produto teve sua alteração autorizada e o responsável pela correta execução desta substituição é a Equipe de Controle de Configuração. A Equipe de Controle de Configuração deverá

receber a solicitação de alteração, enviá-la para a Equipe de Sistemas para que ela faça uma análise de necessidade e impacto da alteração e determine a equipe que deverá ser responsável pela execução da alteração se for o caso. Autorizada a alteração a Equipe de Controle de Configuração deverá reservar todos os produtos envolvidos com a alteração para bloquear as suas utilizações, além de alterar os seus "status" no banco de cadastro de elementos. Portanto, ao estabelecer o processo de desenvolvimento torna-se necessário um conjunto de providências que incluem: a organização do ambiente de desenvolvimento, das equipes, da estrutura de diretórios e contas e de outros recursos computacionais.

2. ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento e a manutenção de um sistema são realizadas diversas atividades. A quantidade e a variedade das atividades são numerosas quando se trata de um sistema de grande porte e portanto precisam ser executadas de maneira organizada e controlada. A organização do Ambiente de Desenvolvimento é uma das providências importante no controle dessas atividades e além disso facilita a implementação do esquema de controle comentado anteriormente. A organização do Ambiente de Desenvolvimento consiste basicamente na sua quebra em ambientes especializados. Cada um desses ambientes agrupam atividades correlatas e pertinentes a um dado objetivo ou a uma parte do processo de desenvolvimento e/ou manutenção. Esta partição deve ser realizada levando-se em consideração as características do sistema a ser desenvolvido, da metodologia adotada, da qualidade pretendida e dos recursos disponíveis.

Um exemplo de organização de Ambiente de Desenvolvimento, incluindo a organização da equipe, semelhante ao usado no projeto de Controle de Satélites do INPE, é apresentado na figura 2.1.

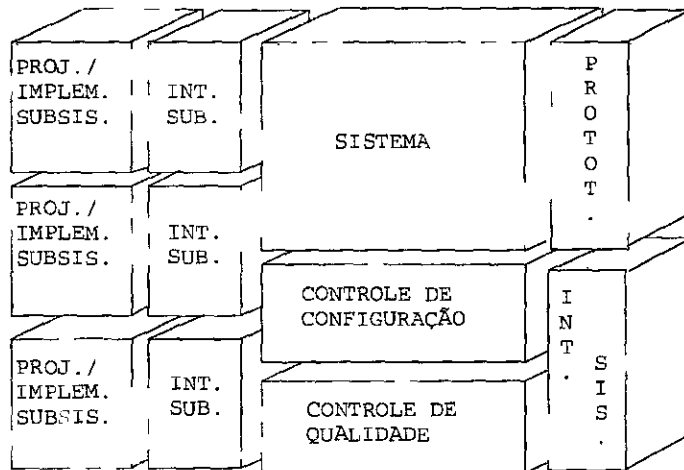


figura 2.1 Um exemplo de Ambiente de desenvolvimento

AMBIENTE DE SISTEMA - Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades: especificação dos requisitos de sistema; definição dos ambientes e do processo de desenvolvimento; estabelecimento de normas e padrões; especificação funcional; especificação dos dados; divisão do sistema em subsistemas; especificação das interfaces lógicas entre subsistemas; aprovação das especificações dos subsistemas; definição dos testes de aceitação do sistema; aprovação dos planos de teste; aprovação das alterações dos elementos controlados.

Estas atividades são de responsabilidade da Equipe de Sistemas. A Equipe de Sistemas é composta por líderes de equipe, por representantes dos usuários e liderado pelo Gerente do Sistema de Software. Esta equipe mantém o controle da visão global do sistema e de suas interfaces durante todo o desenvolvimento.

Como estabelecimento de normas e padrões subentende-se as definições dos formatos de nomes lógicos, da estrutura padrão de diretórios e bibliotecas, da estrutura padrão de contas, dos padrões de formatos de telas e teclados, do formato da documentação interna dos programas, dos tipos e dos formatos de documentos e manuais, etc.

Um dos objetivos mais importante a ser perseguido pela Equipe de Sistema é a divisão do Sistema em subsistemas. Esta divisão possibilita uma primeira quebra do problema em problemas menores além de permitir que a partir de então as atividades de desenvolvimento sejam realizadas em paralelo por diferentes equipes. A equipe de Sistema deverá desenvolver as especificações de forma centralizada até que seja possível a identificação dos subsistemas. Um subsistema é composto por uma grande função ou por um conjunto de funções correlatas e com um contorno lógico bem definido. De acordo com este nível de especificação as interfaces entre os subsistemas poderão ser definidas com base nos fluxos de dados. As atividades de especificação tem continuidade com a especificação dos subsistemas que podem ser realizadas por várias equipes nos ambientes de projeto e implementação e terminam com a concepção e definição das tarefas e das interfaces lógicas entre elas.

Todos os planos de testes, ou seja, plano de testes de integração do sistema, plano de testes dos subsistemas, planos de testes das tarefas e dos módulos, são aprovados pela Equipe de Sistema com base nas especificações.

As alterações dos elementos controlados passam pela aprovação da Equipe de Sistema antes de serem realizadas. As propostas de alteração encaminhadas são analisadas quanto ao seu mérito técnico, quanto aos aspectos de custo/benefício e quanto a alocação de recursos.

AMBIENTE DE CONTROLE DE CONFIGURAÇÃO - Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades: controle das versões do sistema; manutenção das Bibliotecas Controladas; transferências de elementos produzidos entre os diversos ambientes; O controle do banco de dados de cadastro de elementos.

Estas atividades são de responsabilidade da Equipe de Controle de Configuração, constituída de um ou dois profissionais.

O controle das versões do Sistema consiste nas atividades de gerar e manter as versões do Sistema. Uma versão do Sistema é definida através de procedimentos que especificam os produtos

que compõem essa versão, além disso, esses procedimentos definem um conjunto de regras de dependências e ações e contêm todas as informações necessárias para a construção da versão desejada. Um utilitário para controle de versões do sistema pode ser utilizado para automatizar o controle das versões. Este utilitário deverá garantir que toda vez que um dos produtos sofra alguma alteração o fato seja refletido na versão do sistema providenciando a substituição automática desse produto.

As Bibliotecas Controladas armazenam os produtos aprovados pela Equipe de Sistema, tais como documentos de especificações e planos de testes, ou pela Equipe de Controle de Qualidade, tais como programas, dados, etc. Estas Bibliotecas fazem parte do Ambiente de Controle de Configuração. Todas as transferências de Elementos produzidos entre ambientes são feitas pela Equipe de Controle de Configuração, ou seja, do ambiente de origem o Elemento é encaminhado para o Controle de Configuração e este se encarrega de enviá-lo ao ambiente destino. A Equipe de Controle de Configuração mantém o registro de cada uma dessas transferências. A Equipe possui permissão de acesso de leitura e escrita aos arquivos e às bibliotecas de todos os ambientes para realizar as cópias dos Elementos de um ambiente para outro.

O controle do banco de dados de cadastro de elementos consiste na liberação do cadastro de elementos controlados para alterações mediante prévia aprovação.

Além dessas atividades básicas, a Equipe de Controle de Configuração é responsável pelo controle da abertura das contas e pela manutenção das estruturas dos diretórios de arquivos e bibliotecas, estabelecidas para o desenvolvimento do sistema.

AMBIENTE DE CONTROLE DE QUALIDADE - Neste ambiente são realizadas as seguintes atividades: verificação dos elementos produzidos; participação na definição de normas e padrões de qualidade. Estas atividades são realizadas pela Equipe de Controle de Qualidade.

A verificação dos elementos produzidos consiste em checar se eles estão de acordo com as especificações e com as normas e padrões de qualidade estabelecidos, determinando as correções que se fizerem necessárias. Além disso, a consistência e a completeza do cadastro dos elementos produzidos no banco de dados de cadastro de elementos são analisados. Por exemplo, se um programa está sendo analisado e mesmo utiliza um arquivo "include", a Equipe de Controle de Qualidade verifica se o banco de dados contém os cadastrados do programa, do arquivo "include" e do relacionamento de que o programa usa o arquivo "include". Os elementos produzidos que satisfazem as normas e padrões estabelecidos, e que tem seus cadastros consistentes no banco de dados de cadastro de elementos, são aprovados e passam a ser elementos controlados. Isto significa dizer que a partir de então esses elementos e seus cadastros somente poderão ser alterados mediante prévia autorização.

A Equipe de controle de qualidade também realiza as atividades de assessoramento e de geração de propostas à Equipe de Sistema para o estabelecimento das técnicas, métodos, normas e padrões para garantir o nível de qualidade desejada para o Sistema.

O controle de qualidade propriamente dito (Delen, 1992) não será tratado aqui com maiores detalhes por não fazer parte do escopo escolhido para este trabalho.

AMBIENTES DE PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO - As atividades de projeto e implementação de um sistema de grande porte são realizadas em diferentes Ambientes de Projeto e Implementação, sendo que em cada um desses Ambientes é desenvolvido um único subsistema para facilitar o controle dos elementos produzidos.

As Equipes de Projeto e Implementação, cada uma delas, com seu líder, pode ser responsável pelo desenvolvimento de um ou mais subsistemas.

Nesses Ambientes são realizadas as atividades de: especificação dos subsistemas; projeto dos subsistemas; elaboração dos planos de teste de subsistemas, tarefas e módulos; implementação e teste de módulos de software; confecção dos documentos; alterações do software e dos documentos durante o desenvolvimento e a integração; alterações do software e dos documentos durante a manutenção do sistema.

AMBIENTE DE INTEGRAÇÃO DE SUBSISTEMAS - Para integrar e testar um dado subsistema, os outros subsistemas e interfaces externas são substituídos por simuladores. Esses simuladores são desenvolvidos para este ambiente sob a forma de produtos controlados e possuem interfaces iguais ao de subsistemas e entidades externas que eles simulam. Neste ambiente os subsistemas são integrados e testados isoladamente em condições próximas do real. Os simuladores são necessários porque os desenvolvimentos dos subsistemas e interfaces externas são realizados com velocidades próprias de forma que um subsistema poderá chegar na fase de integração e teste antes que outros subsistemas e/ou entidades externas estejam implementados.

A integração e testes do subsistema é realizada pela Equipe de Projeto e Implementação que o desenvolveu de acordo com um plano previamente aprovado.

Os testes realizados neste ambiente caracterizam-se como parte do conjunto de testes de integração do Sistema, apenas restrito a um único subsistema, e por isso são fiscalizados pela Equipe de Integração do Sistema.

AMBIENTE DE INTEGRAÇÃO DO SISTEMA - A integração e os testes para a montagem do Sistema são realizados neste ambiente a partir dos seus subsistemas e das entidades externas já integrados e testados individualmente.

As etapas de integração e teste são realizados pela Equipe de Integração do Sistema de acordo com um plano de integração e testes aprovado pela Equipe de Sistema. Para cada etapa de integração a Equipe de Controle de Configuração monta uma versão do subsistema usando produtos controlados.

As atividades de integração e teste do Sistema são fiscalizadas pela Equipe de Sistema.

AMBIENTE DE PROTOTIPAÇÃO - Quando uma Equipe de Projeto e Implementação necessita realizar atividades destinadas ao desenvolvimento de protótipos ela utiliza este ambiente o qual possui facilidades semelhantes ao do Ambiente de Projeto e Implementação.

Os protótipos podem ser desenvolvidos para atender diferentes objetivos. Um deles é o de completar a especificação de interfaces do Sistema com o usuário. Um outro, por exemplo, é o de verificação da viabilidade de requisitos operacionais e de desempenho.

profítig neste ambiente não são controlados, ou seja, desenvolvidos e utilizados dentro desse mesmo ambiente participam da composição do Sistema.

A vantagem de realizar as atividades de prototipação em um ambiente próprio é a de evitar a interferência indesejáveis dessas e outras atividades paralelas como as de projeto implementação.

RECURSOS COMPUTACIONAIS

Nas atividades de desenvolvimento de um sistema utilizam-se diferentes recursos computacionais tais como: áreas de memória secundária, mecanismos de comunicação, mecanismo de interrupção, controle de processos, utilitário para controle de versões, etc. A utilização desses recursos deve ser disciplinada, seguindo normas previamente estabelecidas de maneira a possibilitar o funcionamento do esquema de controle. Como exemplo, será apresentado alguns aspectos referentes utilização da memória secundária.

ORGANIZAÇÃO DE DIRETÓRIOS E CONTAS - A área de memória secundária é utilizada através de um Diretório de Arquivos. A estrutura de diretório de arquivos deve ser estabelecida de forma coerente com a organização dos ambientes, com a definição das responsabilidades das equipes e ser consistente com as necessidades do esquema de controle. Além disso, algumas regras básicas, como a padronização e o armazenamento de produtos de um mesmo tipo em um mesmo diretório, também devem ser observados.

Uma estrutura de diretórios para os ambientes descritos na seção 2 é apresentada na figura 3.1.

A organização do diretório e suas estruturas, aliada a um esquema de contas, possibilitam a implementação do controle de produtos e itens, além de auxiliar na disciplina das atividades de cada ambiente especializado. Por exemplo, o Diretório Controlado é utilizado para as atividades do ambiente de Controle de Configuração; cada subestrutura Subsistema para as atividades de um ambiente de Projeto/Implementação e, cada um desses diretório, ou subestrutura, poderá ser acessado para alterações somente por contas proprietárias atribuídas aos membros das equipes dos respectivos ambientes (ou através de contas com privilégios de nível elevado). O exemplo de um esquema de contas e privilégios para a estrutura de diretórios acima é mostrado na tabela 3.1.

Tabela 3.1 Contas, privilégios e estrutura de diretórios

Conta proprietária	Privilégio	Estrutura de Diretórios
C1	3	Desenvolvimento
C2	3	Sistema
C3	1	Controlado
C4	3	Integr. Sistema.
C5	2	Suporte
C6	2	Subs. 1 /Prototip.
Cn	2	Subs. N /Prototip.

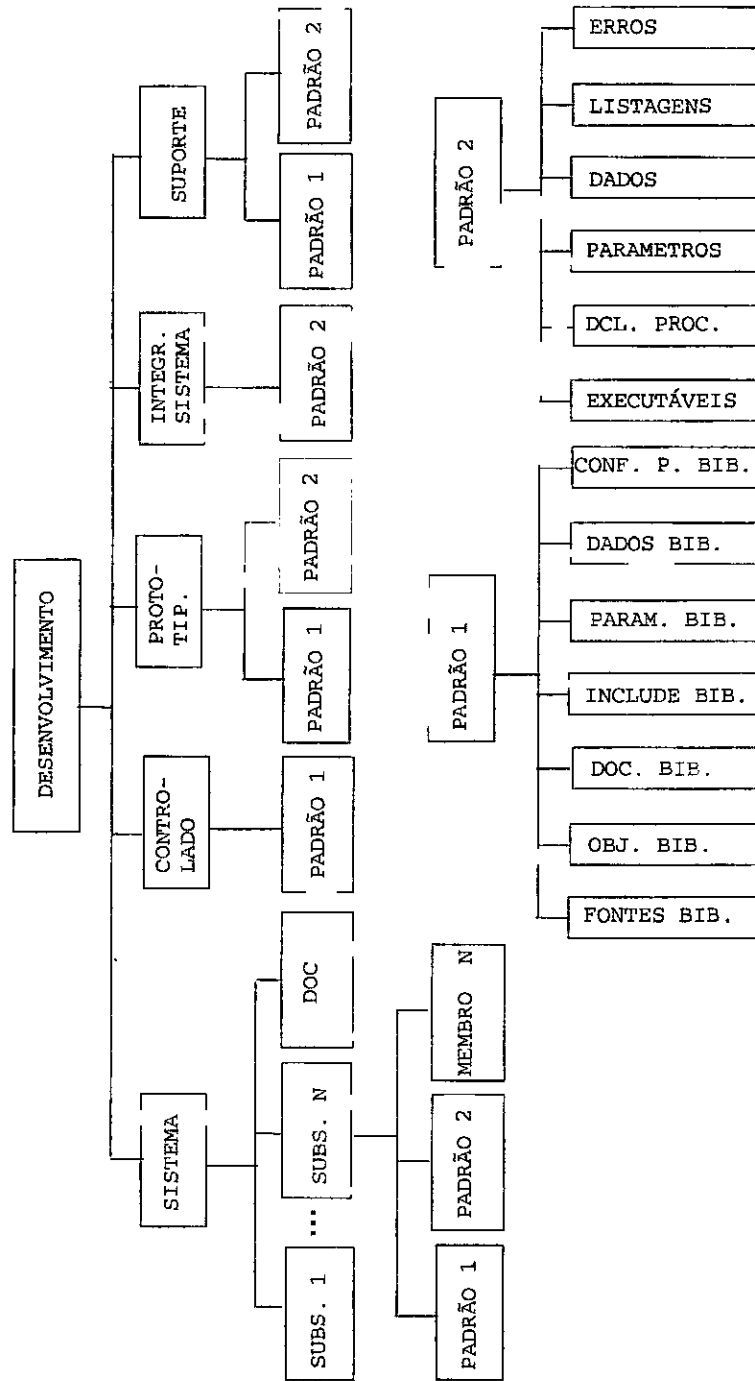


Figura 3.1 Um exemplo de Organização de Diretórios

Em princípio todas as contas tem privilégio 2, isto é, essa de leitura à toda estrutura de diretórios e acesso de escrita somente à estrutura de sua propriedade. Esses direitos podem ser diminuídos ou aumentados alterando-se o privilégio atribuído às contas. Por exemplo, nos casos dos privilégios 1 e 3 na tabela 3.1, o privilégio 1 estabelece que a conta proprietária C3 da equipe de Controle de Configuração tem direito de escrita à toda a estrutura de diretórios, enquanto que as contas de privilégio 3 tem somente direitos de leitura, inclusive na estrutura de diretórios de sua propriedade.

SISTEMA DE SUPORTE PARA O CONTROLE - As atividades de controle requerem outros recursos tais como: um pacote de controle de versões de produtos, um pacote de geração do sistema, um banco de dados para cadastro de elementos e um pacote de automatização dos procedimentos de controle.

Algumas das facilidades requeridas para o pacote de controle de versões de produtos são: armazenar as versões dos produtos e permitir a sua recuperação, permitir que um produto seja alterado somente se ele foi previamente reservado por uma pessoa autorizada, manter o registro histórico das alterações dos produtos e informar quais usuários estão utilizando um dado produto.

Um pacote de geração do sistema deve manter a relação das versões de produtos que irão compor o sistema para montagem de sua versão sempre da mesma maneira. O pacote deverá ainda prover facilidades para gerar e manter mais de uma versão do sistema. Além disso, quando uma versão de um dado produto sofre uma alteração o pacote deverá refletir o fato na montagem do sistema.

O banco de dados para cadastro de elementos, repositório para as informações sobre produtos, itens e relacionamentos, deve prover um conjunto de facilidades, tais como: Produzir listagens diversas, como por exemplo, a relação de todos os itens e produtos relacionados com um dado produto; realizar cruzamento de informações armazenadas como por exemplo, para identificar todos os programas que utilizam um certo arquivo de dados; manter o "status" (em desenvolvimento, em uso controlado, reservado para alteração) dos produtos e itens; etc.

O pacote de automatização dos procedimentos de controle deve ter facilidades para: troca de mensagens entre ambientes especializados, manter o registro das trocas de mensagens para fins de controle, realizar transferência de produtos entre os ambientes.

4. CONCLUSÃO

A importância do controle de elementos no desenvolvimento de grandes sistemas de software é apresentada no artigo (Cunha, Nakanishi, 1993). Neste presente artigo é evidenciada a importância de integrar certas providências no processo de desenvolvimento para a implementação do esquema de controle.

Além de vantagens como a verificação da consistência na modificação de produtos, da segurança na realização das modificações e diversos outros aspectos de suporte ao esquema de controle, as providências acima referidas contribuem para o incremento da qualidade e produtividade de todo o processo de desenvolvimento. Por exemplo, no projeto do Software para

Controle de Satélites do INPE, o acoplamento do banco de dados de cadastro de elementos com o pacote de geração do sistema e com o pacote de controle de versões de produtos possibilitou a automatização da montagem incremental do sistema durante a fase de integração e testes do sistema.

A organização do Ambiente de Desenvolvimento não só possibilitou a sistematização dos procedimentos de controle como também contribuiu efetivamente na organização das demais atividades de desenvolvimento. Possibilitou também a definição das responsabilidades das diferentes equipes que compuseram a equipe de desenvolvimento.

A adequação d estrutura dos diretórios ao esquema de controle e a adoção de subestruturas padronizadas facilitaram a implementação do controle de elementos. Por exemplo, garantindo que produtos semelhantes sejam encontrados em diretórios semelhantes e facilitando, dessa forma, os trabalhos das equipes.

REFERÊNCIAS

- ACM/SIGMETRICS (1981) - "ACM Workshop/Symposium on Measurement and Evaluation of Software Quality", ACM/SIGMETRICS, Vol. 10, no. 1, New York, 1981.
- Boehm, B.W. (1991) "Software risk management: Principles and practices", IEEE Software, Vol. 8, no. 1, p. 32-41.
- Cunha, J.B.S., Nakanishi, T. (1993) - "Quality and Productivity: The Control of Software System Elements", Proceedings - Structural Optimization 93, Vol. 2, p. 483-490, Rio de Janeiro.
- Delen, G.P.A.J., Rijsenbrij, D.B.B. (1992) "The specification, engineering, and measurement of information systems quality", J. Systems Software, Vol 17, no. 3, p. 205-217.
- Kumar, M., Wong, J. (1991) - "Transaction models for design environments", J. Systems Software, Vol. 16, no. 3, p. 219-228.
- Madhavji, N.H. (1992) - "Environment Evolution: The prism model of changes", IEEE Trans. on Software Engineering, Vol. 18, no. 5, p. 380-392.