

Uma Metodologia de Projeto de Redes Locais

Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho
PCS-EPUSP

Av. Professor Luciano Gualberto, Trav. 3 - 158
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP
carvalho@larc.usp.br

Wilson Vicente Ruggiero
PCS-EPUSP/Scopus

Av. Professor Luciano Gualberto, Trav. 3 - 158
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP
wilson@larc.usp.br

Resumo:

O projeto da rede corporativa de uma empresa requer que sejam bem conhecidas as características, necessidades e tendências de evolução do seu ambiente de informática, as tecnologias e tipos de equipamentos de rede disponíveis no mercado e como tais tecnologias e tipos de equipamentos podem ser utilizados de modo a obter a melhor solução possível de projeto de rede para esse ambiente. O sucesso de projetos dessa natureza depende da utilização de uma metodologia de projeto que considere todos esses aspectos. Este artigo tem como objetivo apresentar a descrição sucinta de uma metodologia elaborada de acordo com estas premissas e que sistematiza o desenvolvimento de um projeto de rede local corporativa a partir da especificação das suas diversas fases segundo as suas entradas, atividades e os resultados obtidos.

Abstract:

An enterprise network design requires the knowledge of the characteristics, needs and future trends of its informatics environment. Besides that, it is important to know the available network technologies and equipments and how they can be deployed in the development of this kind of project. Its success depends on the application of a design methodology which takes into account all these aspects. This paper presents a summarized description of a methodology that fulfils these requirements. This methodology is comprised of phases, which are described in terms of its inputs, activities and final results.

1. Introdução

Atualmente, pode-se dizer que a utilização de redes locais é disseminada nos mais diversos ambientes, incluindo escritórios, bancos, plantas fabris, hospitais, entre outros. O número de redes instaladas é crescente e envolve não apenas a aquisição de novas redes, como também a ampliação e renovação de parques de redes já instalados. Tal ampliação e renovação verifica-se, normalmente, em decorrência da necessidade de absorver novos usuários e adicionar novos serviços às redes já existentes e, na maioria das vezes, pressupõe a incorporação de novas tecnologias.

Contudo, o que se percebe na maioria das empresas é a inexistência de um projeto e um plano de implantação que contemple a instalação das diversas redes de maneira gradativa com a incorporação, também gradativa, de novos usuários e serviços. O que costuma acontecer é a instalação de redes departamentais, de maneira isolada e por vezes até caótica, sem que sejam avaliadas, de maneira adequada e abrangente, as necessidades dos seus potenciais usuários e os tipos de serviços que devem ser oferecidos de modo a atendê-las e sem que seja prevista a sua integração dentro do âmbito da empresa como um todo. Esta situação mantém-se até que, em um dado momento, se detecta, a nível organizacional, a necessidade de se ter uma rede corporativa como suporte aos processos internos e à própria atuação da empresa junto ao mercado, integrando as redes já existentes. Esta integração, na maioria das vezes, devido à falta de planejamento anterior, não é trivial e pode implicar na perda de investimentos já realizados a níveis departamentais.

Para evitar problemas dessa natureza, o emprego de uma metodologia de projeto que sistematize a sua implementação a partir da determinação de requisitos do ambiente de informática que retratem as necessidades atuais e de evolução da rede corporativa da empresa e permitam integrar os recursos já existentes é fundamental.

A aplicação de uma metodologia desse tipo toma por base uma enorme variedade de alternativas e soluções tecnológicas, tanto para a infra-estrutura de cabeamento como para equipamentos de rede (hardware,

software) além das características, necessidades e tendências de evolução do próprio ambiente de informática que será objeto do projeto a ser desenvolvido.

Dentro deste contexto, este artigo tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre as soluções tecnológicas existentes em termos de infra-estrutura de cabeamento e equipamentos de redes e a descrição de uma metodologia de projeto de redes locais que pode ser desenvolvido para ambientes que incluem desde alguns andares de um prédio até vários prédios situados em um campus.

2. Tecnologia de Cabeamento Estruturado

Hoje, é consenso geral que um projeto bem feito da infra-estrutura de cabeamento é o primeiro passo para garantir o sucesso na implantação de uma rede. Dentro deste contexto, vários órgãos de padronização, tais como a ISO/IEC (*International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission*), a EIA/TIA (*Electronic Industries Association/Telecommunications Industries Association*) e o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), entre outros, além de algumas empresas privadas, tais como AT&T, Cegelec/Alcatel, Digital Equipment Corporation, IBM e Northern Telecom, têm se preocupado em desenvolver padronizações de sistemas de cabeamento estruturado.

Tais sistemas oferecem, como principais vantagens, alta escalabilidade e disponibilidade, facilidade de manutenção e mobilidade das estações, entre outras. Se projetado adequadamente, considerando requisitos de operação atuais e futuros que a rede deve suportar, costuma apresentar um ciclo de vida entre 7 a 10 anos, o que garante o retorno dos investimentos iniciais da sua implantação.

Os sistemas de cabeamento estruturado são, normalmente, organizados segundo uma estrutura hierárquica padronizada [ISO11801] [EIA/TIA568] [EIA/TIA569], que engloba (vide Figura 1):

- **Tomada de Comunicação:** consiste de um espelho e conectores através dos quais os equipamentos dos usuários finais são conectados ao sistema de cabeamento de um prédio. Tais conectores são usados como pontos de acesso, por exemplo, a uma central telefônica ou aos serviços de uma rede local.
- **Quadros de Distribuição:** correspondem a sistemas a partir dos quais os cabos são distribuídos das tomadas de comunicação para equipamentos de rede ou para outros quadros de distribuição, ou de quadros de distribuição para equipamentos de rede ou, ainda, para outros quadros.

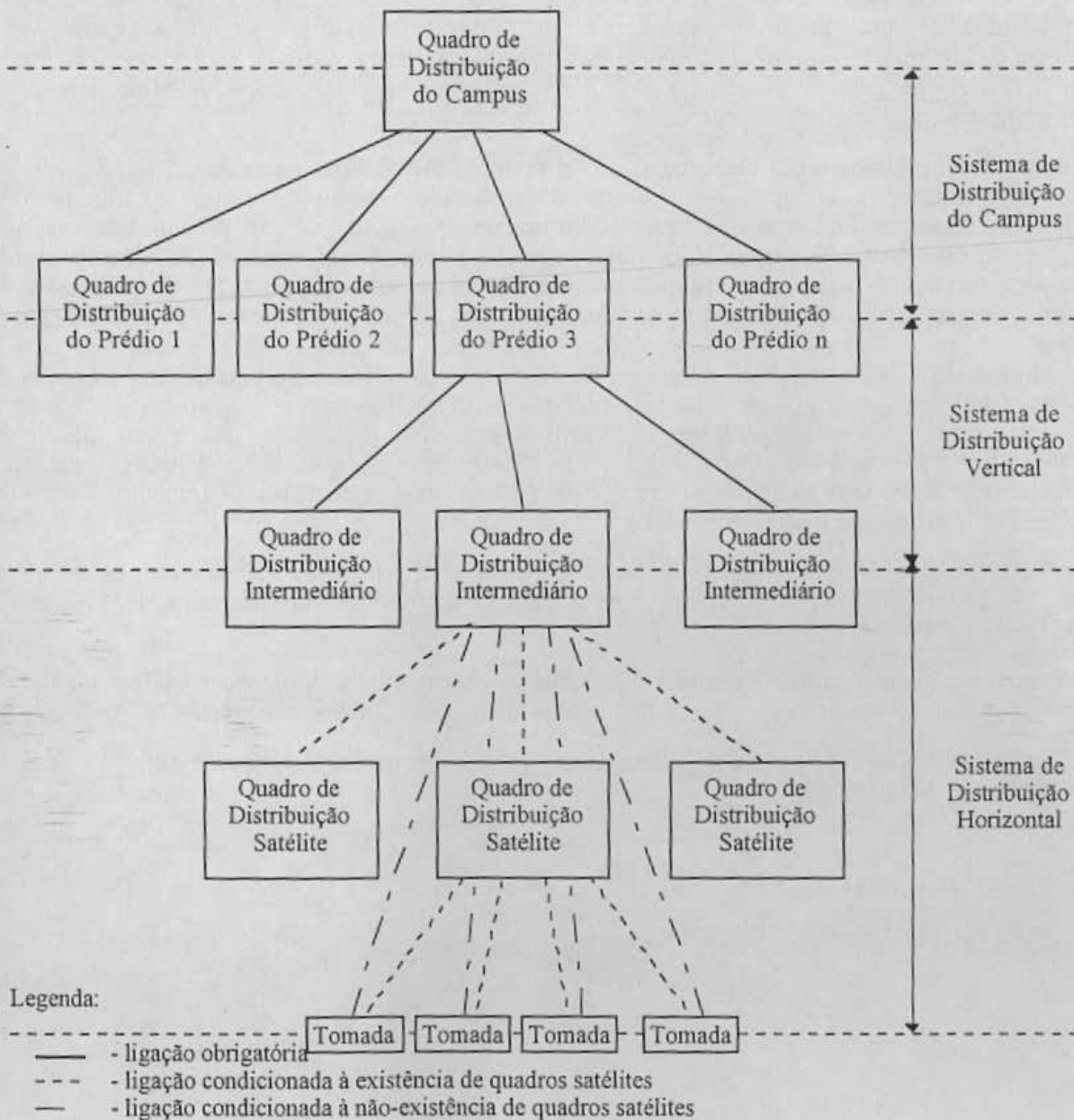


Figura 1 - Estrutura Hierárquica de um Sistema de Cabeamento Estruturado

São definidos quatro tipos de quadros de distribuição: satélite, intermediário, predial e do campus. O quadro de distribuição intermediário corresponde a um ponto de concentração onde todo o cabeamento horizontal se origina, enquanto os quadros de distribuição satélites servem como pontos de concentração locais existentes entre as tomadas dos usuários finais e o quadro intermediário de cada andar. Os quadros satélites existem, somente, quando as dimensões do andar considerado forem grandes e, por esse motivo, não for possível garantir que seja mantida a distância máxima de 90 m entre o quadro de distribuição intermediário e as respectivas tomadas. No quadro de distribuição predial, por sua vez, origina-se todo o sistema de cabeamento do prédio e no quadro do campus o sistema de cabeamento do próprio campus.

Os quadros de distribuição são constituídos de uma série de componentes, incluindo: *patch panels*, distribuidores ópticos, *patch cords*, *jumper*s, cabos de equipamentos, entre outros, que são usados para interconectar cabos [ISO11801]. Os *patch panels* correspondem a painéis de conexão, que podem ser implementados através de uma coleção de conectores ou de pontos de contato que permitem a conexão entre dois cabos. Os distribuidores ópticos tem a mesma função aplicada a cabos de fibra óptica. Os *patch cords* e *jumper*s são usados para conectar dois *patch panels* entre si e os cabos de equipamentos para ligar tais painéis a equipamentos de rede.

- **Sistema de Distribuição Horizontal:** corresponde ao sistema de distribuição de cabeamento usado na conexão entre as tomadas de comunicação e os quadros de distribuição satélites ou intermediários e/ou entre esses dois tipos de quadros, todos existentes em um mesmo andar de um prédio. Em casos excepcionais, de áreas muito pequenas com muito poucos pontos, um quadro de distribuição intermediário pode servir a tomadas do seu próprio andar e de andares adjacentes [ISO11801]. Existem vários tipos de sistemas de distribuição horizontal: sob piso, em que os componentes de distribuição (e.g., dutos para passagem de cabos) ficam embutidos no concreto do piso; teto falso, em que tais componentes são instalados sobre um teto falso; moldável, onde os dutos de distribuição são colocados na periferia das salas, em geral, em uma posição intermediária da parede ou divisória; piso falso, equivalente ao teto falso, onde os componentes de distribuição ficam sob um piso falso; e, por último, sob carpete, baseado em *flat cables* instalados sob carpete. A escolha do tipo de sistema mais adequado para cada projeto depende de uma análise das características e requisitos particulares do ambiente em que tal infra-estrutura de cabeamento deve ser instalada.
- **Sistema de Distribuição Vertical:** refere-se ao sistema de distribuição de cabeamento usado na conexão entre um quadro de distribuição predial e os quadros de distribuição intermediários localizados em cada andar deste prédio.
- **Sistema de Distribuição do Campus:** engloba o sistema de cabeamento empregado na interconexão do quadro de distribuição do campus e os quadros de distribuição de cada um dos seus prédios.

A Figura 2 mostra um exemplo, onde são representados os principais componentes interligados através de um sistema de distribuição.

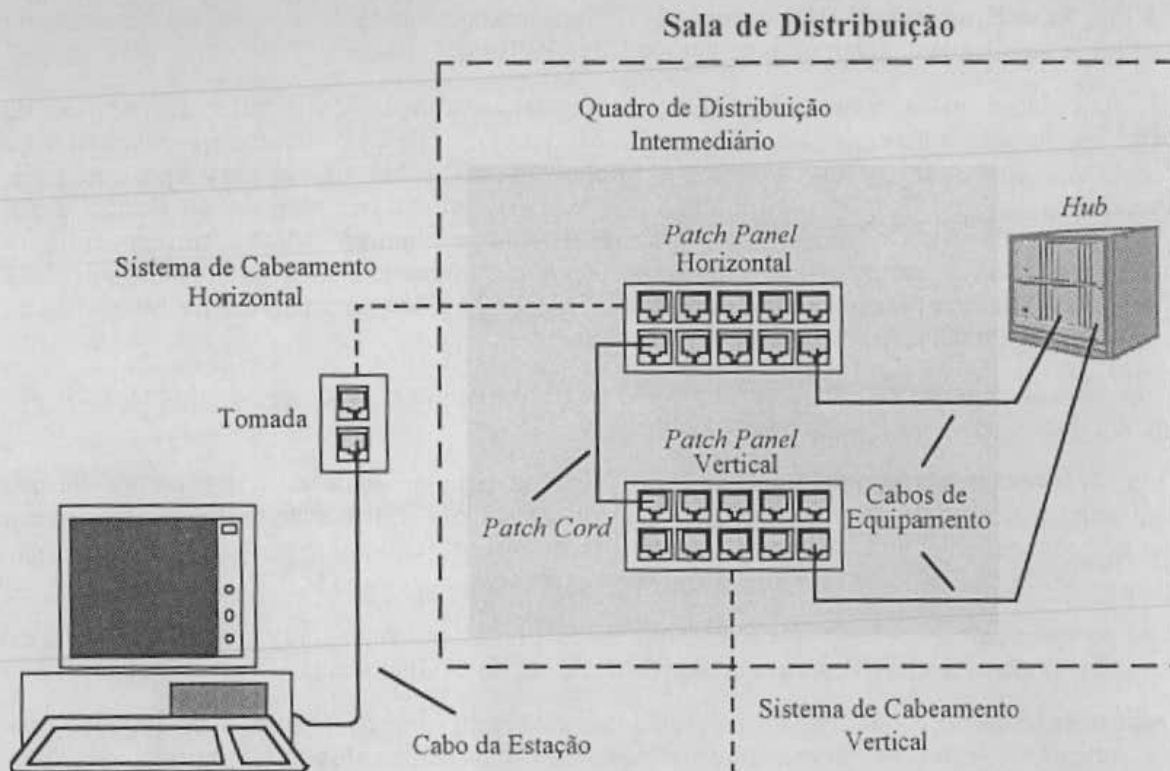


Figura 2 - Componentes dos Sistemas de Distribuição

3. Tecnologias de Rede

Atualmente, as principais tecnologias de redes locais e metropolitanas são as seguintes:

- **redes Ethernet:** implementam o método de acesso CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*) e operam em topologia de via sobre cabo coaxial grosso (10Base5), cabo coaxial fino (10Base2), par trançado (10BaseT) e fibra óptica (10BaseF) a uma taxa de transmissão de 10 Mbps e modulação em banda base, suportando, preferencialmente, o tráfego de dados [STALLINGS90];
- **redes Token Ring:** implementam o método de acesso baseado em passagem de *token* em anel e operam sobre par trançado blindado e não-blindado a taxas de transmissão, que podem variar entre 4 e 16 Mbps, com modulação em banda base, suportando, preferencialmente, o tráfego de dados [STALLINGS90];
- **redes Fast Ethernet:** utilizam o mesmo método de acesso que as redes Ethernet e operam sobre par trançado e fibra óptica a uma taxa de transmissão de 100 Mbps, suportando, preferencialmente, o tráfego de dados [3Com94b];
- **redes FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*):** implementam o método de acesso baseado em passagem de *token* e operam sobre fibra óptica a uma taxa de transmissão de 100 Mbps, suportando, preferencialmente, o tráfego de dados. Uma variante dessa tecnologia são as redes CDDI (*Copper Distributed Data Interface*), que operam sobre par trançado não-blindado. Tais redes podem ser implementadas nas topologias em anel (simples ou duplo) e em árvore. No caso de anel duplo, apresentam alta confiabilidade devido à facilidade de reconfiguração [MIRCHANDANI93];
- **redes 100VG-AnyLAN:** utilizam o método de acesso demanda por prioridade (DPP - *Demand Priority Protocol*) e operam sobre par trançado e fibra óptica a uma taxa de transmissão de 100 Mbps, suportando tráfego de dados, voz e vídeo [HEWLETT PACKARD95];
- **redes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*):** operam com a técnica de comutação de células sobre par trançado e fibra óptica, a taxas de transmissão variando de 25 Mbps até ordem de Gbps, e suportam tráfego de dados, voz e vídeo [HÄNDEL94].

No mercado, podem-se encontrar produtos que implementam variações destas tecnologias, conhecidas como **Ethernet, Token Ring, Fast Ethernet e FDDI comutados**. Neste caso, a banda de transmissão deixa de ser compartilhada e passa a ser dedicada a cada ponto de acesso [SHARER95].

A interconexão de redes com essas tecnologias pode ser realizada através de repetidores, pontes ou roteadores. Os repetidores operam a nível da camada física do Modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) e são usados para ligar redes locais de mesma tecnologia implementadas sobre os mesmos tipos ou tipos diferentes de meios físicos de transmissão. As pontes, por sua vez, atuam na camada de enlace e são empregadas na interconexão de redes locais de tecnologias iguais, com o objetivo isolar o tráfego entre as mesmas, ou redes de tecnologias diferentes. Por último, os roteadores operam a nível da camada de rede e podem ser usados para conectar redes locais entre si, sendo, contudo, mais usual empregá-los na interconexão de redes locais e redes de longa distância.

Tais tecnologias de rede e elementos de interconexão (e.g., repetidores, pontes e roteadores) são implementadas segundo duas classes básicas de equipamentos:

- **equipamentos de mesa:** correspondem, de maneira geral, a equipamentos de porte menor quando comparados aos equipamentos de chassi e, também, com recursos mais restritos de contingência, menor escalabilidade e, conseqüentemente, menor preço. Nem todos equipamentos dessa classe são gerenciáveis.

Nesta classe de equipamentos, incluem-se os repetidores, as pontes, os roteadores e os *hubs*. No caso específico dos *hubs*, podem-se identificar, ainda, duas subclasses de equipamentos:

- ♦ ***hubs empilháveis:*** tais *hubs* podem ser empilhados e conectados, entre si, através de um cabo, que exerce a função de extensor da via interna dos *hubs* interconectados. O conjunto de *hubs*, empilhados dessa maneira, comporta-se como um único *hub* e todas as estações a eles conectados competem por um único meio de transmissão. Tal classe de *hub* é encontrada, apenas, para as tecnologias Ethernet e Token Ring.
- ♦ ***hubs não-empilháveis:*** correspondem a *hubs*, que podem até ser empilhados, mas não são conectados através de um simples cabo extensor. São utilizados módulos internos ou equipamentos externos com a função de repetidor, ponte e, eventualmente, roteador para conectá-los.

Tais *hubs* podem possuir portas com mais de uma tecnologia. No caso dos *hubs* de múltiplas tecnologias, em geral, existe um número maior de portas que suporta uma tecnologia menos poderosa, que opera a uma taxa de transmissão menor, enquanto as portas restantes implementam um outro tipo de tecnologia mais rápida. Essas portas mais rápidas são, usualmente, empregadas na conexão com estações servidoras e/ou no enlace com a rede *backbone*.

Esses *hubs* podem, ainda, operar no modo compartilhado ou comutado.

- **equipamentos de chassis:** são, normalmente, equipamentos de porte maior que suportam tecnologias mais rápidas, possuem recursos diversos que aumentam a sua disponibilidade (e.g., fontes de alimentação duais, *load sharing* e *hot swapping*, entre outros), são gerenciáveis, com o módulo de gerenciamento embutido ou opcional, apresentam alta escalabilidade tanto em relação ao número de acessos como ao tipo de tecnologia que pode ser empregada e, por fim, têm custos bem mais elevados.

Os *hubs* dessa classe podem suportar uma única tecnologia ou ser de propósito geral. No primeiro caso, tais *hubs* implementam uma tecnologia com alta taxa de transmissão (e.g. FDDI ou ATM), exercendo a função de um anel colapsado (i.e., um anel contido no próprio *hub*) e/ou um concentrador FDDI ou de uma matriz de comutação ATM. Os *hubs* de propósito geral, por sua vez, suportam módulos com tecnologias diversas de redes locais, desde Ethernet até ATM, módulos com a função de ponte e módulos WAN (*Wide Area Networks*) que permitem a interconexão de redes locais remotas ou de redes locais a redes de longa distância.

Para efeito de ilustração, a Figura 3 mostra como são classificados os *hubs*.



Figura 3 - Classes de Hubs

4. Descrição de uma Metodologia de Projeto de Redes Locais

Conforme mencionado anteriormente, a metodologia aqui apresentada visa sistematizar o desenvolvimento de projeto de redes locais, envolvendo desde alguns andares de um prédio até vários prédios de um campus.

4.1 Descrição Geral

A metodologia de projeto de redes locais, aqui proposta, é constituída de diversas fases que incluem desde o levantamento de informações junto à empresa até a realização dos projetos físico e lógico das redes propriamente ditas.

Como premissa básica para o desenvolvimento de qualquer projeto de rede corporativa de uma empresa, deve-se considerar as suas necessidades atuais e as tendências de evolução do seu ambiente de informática. Como exemplo típico, pode-se citar o caso de uma organização que pretende, a médio prazo, implantar um serviço de vídeo-conferência interno para fins de treinamento. O sistema de redes a ser projetado deve, então, contemplar a incorporação posterior de tecnologias de suporte à transferência integrada de voz e vídeo. Se isso não for feito, mais tarde, deverão ser feitas modificações e adaptações ao projeto original, com eventual substituição de equipamentos, que podem vir a representar um custo adicional significativo.

A partir do levantamento das características, necessidades atuais e tendências de evolução do seu ambiente de informática é possível, então, determinar os requisitos que devem ser suportados pelo ambiente de redes a ser projetado, obtendo-se a especificação de requisitos do projeto em questão.

Tal especificação serve, como ponto de partida, para o desenvolvimento dos projetos físico e lógico do ambiente de redes considerado.

O projeto físico inclui desde a especificação da infra-estrutura de cabeamento da rede, da sua topologia, normalmente constituída de uma rede *backbone* principal à qual estão conectadas várias sub-redes, e das tecnologias de rede que podem ser adotadas até a definição detalhada dos tipos de equipamentos que devem ser empregados. O projeto lógico, por sua vez, inclui a especificação da arquitetura de protocolos a ser implantada nos diversos componentes da rede, os sistemas operacionais de rede a serem adotados, as soluções de conectividade a serem usadas na interconexão de ambientes de naturezas distintas (e.g., ambientes de *mainframe* e de rede local) e, ainda, a infra-estrutura de gerenciamento e segurança a ser suportada.

Dentro do contexto desta metodologia, podem-se identificar, então, quatro fases básicas:

- **levantamento de informações:** resume as características, necessidades atuais e tendências de evolução do ambiente de informática da empresa;
- **especificação de requisitos:** define a topologia geral do ambiente de redes e os requisitos de projeto para esta topologia, que devem ser suportados de modo a atender às necessidades levantadas na fase anterior;
- **projeto físico:** inclui desde o projeto da infra-estrutura de cabeamento da rede até a especificação da sua configuração física, i.e., dos equipamentos de rede que devem ser empregados em cada sub-rede do ambiente como um todo;

- **projeto lógico:** engloba a definição da configuração lógica da rede e sua infra-estrutura de gerenciamento e segurança. Estes três módulos são interdependentes e podem, até certo ponto, ser desenvolvidos simultaneamente.

A primeira fase tem como objetivo definir e analisar o problema, que se apresenta; a segunda fase contém o delineamento da solução e as duas últimas correspondem à sua implementação.

A Figura 4 mostra a relação existente entre estas fases. Cada uma delas, com exceção da primeira, depende do resultado da anterior e representa um refinamento desta.

O escopo deste trabalho engloba as fases que vão desde o levantamento de informações até o projeto físico, conforme está indicado nesta mesma figura. A fase relativa ao projeto lógico não é abordada, embora se tenha a preocupação de levantar, nas fases que a precedem, todas as informações necessárias à sua execução. Vale observar, ainda, que os projetos físico e lógico podem ser executados de maneira simultânea e até independente.

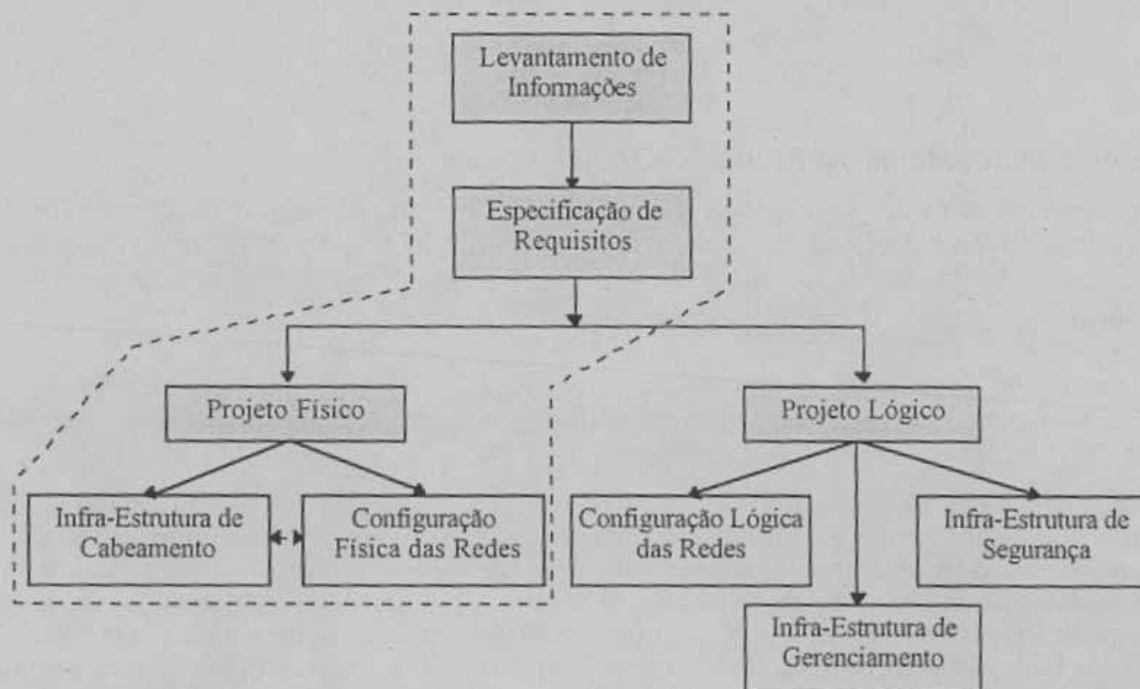


Figura 4 - Fases da Metodologia de Projeto de Redes Locais

4.2 Descrição das Suas Fases

Neste item, são descritas as fases de levantamento de informações, especificação de requisitos e projeto físico da metodologia proposta.

4.2.1 Levantamento de Informações

Conforme citado anteriormente, o objetivo desta fase é definir e analisar o problema que o projeto de redes deve resolver.

Se o projeto for desenvolvido no âmbito corporativo, esta fase de levantamento implica em conhecer particularidades dos processos internos da empresa, as características atuais do seu ambiente de informática e redes, se este existir, as necessidades atuais deste ambiente e como essas devem evoluir frente a mudanças do próprio ambiente ou da maneira de atuação da empresa dentro do mercado. Um exemplo típico de mudança no ambiente de informática, diz respeito ao processo de *downsizing* que tem ocorrido em muitas empresas, incluindo redes de supermercado, instituições bancárias e indústrias, entre outros.

Nesta fase, deve-se conhecer bem "a empresa" ou "o setor da empresa" para o qual o projeto vai ser desenvolvido. Isto só é possível mediante uma interação intensa entre a equipe de projetistas e funcionários da empresa. Tais funcionários incluem os usuários potenciais do sistema a ser projetado e pessoas que tenham uma visão mais macro dos processos envolvidos e de como esses devem evoluir. Esta interação pode ser obtida através da realização de entrevistas, de preenchimentos de questionários e/ou formulários, de reuniões com os referidos funcionários e da análise de documentações relativas ao sistema atual.

As informações obtidas são, então, interpretadas e tratadas pela equipe de projetistas, que elaboram um documento de descrição das características e necessidades do ambiente de informática da empresa. Obviamente, interpretar e tratar informações, que podem envolver processos peculiares à empresa e, geralmente, desconhecidos pela equipe de projetistas, nem sempre é trivial, podendo-se, facilmente, incorrer em erros. Para que isso seja evitado, essa fase de levantamento deve ser bastante interativa, devendo os seus resultados ser validados pelos funcionários da empresa (vide Figura 5).

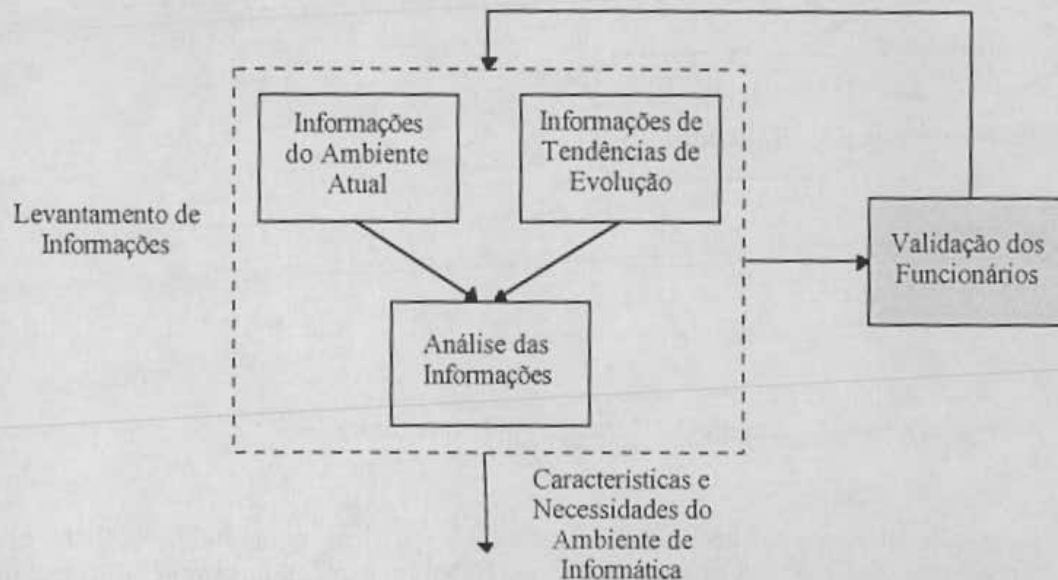


Figura 5 - Fase de Levantamento de Informações

Em resumo, esta fase de levantamento de informações é desenvolvida em três etapas: a primeira engloba o levantamento das características do ambiente atual de informática, a segunda o levantamento das necessidades atuais e das tendências de evolução desse ambiente e a terceira e última, a análise das informações coletadas. Em muitos casos, as duas primeiras etapas acabam sendo realizadas, concomitantemente, pois a obtenção de informações sobre o ambiente atual de informática permite, muitas vezes, identificar as necessidades desse ambiente e constatar como os funcionários vêem a sua evolução no sentido de suprir estas necessidades.

4.2.2 Especificação de Requisitos

Esta fase engloba a especificação da topologia geral da rede e dos requisitos que se aplicam ao ambiente de redes como um todo e a cada um dos seus componentes, desenvolvida a partir das suas características e necessidades levantadas na fase anterior e da análise de restrições tecnológicas, de custo e prazo.

A especificação da topologia geral da rede corresponde, na realidade a um anteprojeto do ambiente de redes, onde são identificados os seus diversos grupos de trabalho (*workgroups*) e redes *backbones* (a topologia especificada pode ser representada de maneira esquemática, conforme ilustra a Figura 6). Isto é efetuado, analisando-se os grupos de estações que interagem mais entre si, os recursos (e.g., impressoras) associados a esses grupos e definindo-se o modelo de operação para os mesmos, onde se identificam estações com funções diferentes entre si (estações servidoras e clientes).

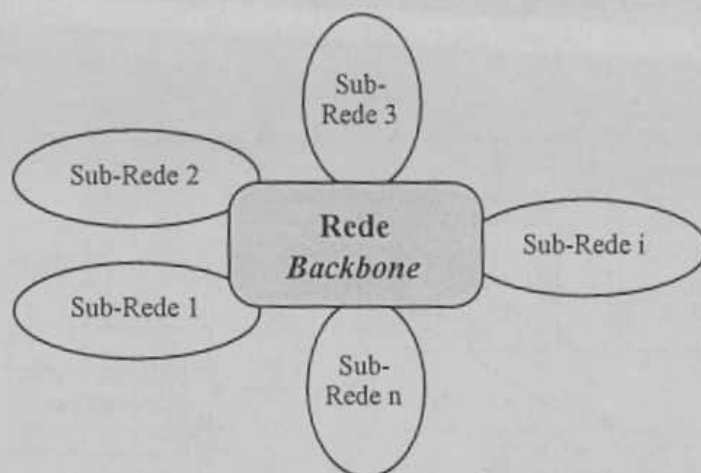


Figura 6 - Topologia Geral do Ambiente de Redes

Os requisitos, por sua vez, são derivados das necessidades e das características do ambiente de redes como um todo e específicas de cada uma das suas sub-redes (grupos de trabalho e redes *backbones*) (vide Figura 7). Correspondem a condições que devem ser satisfeitas de modo que possam ser atendidas tais necessidades. São definidos dois tipos de requisitos:

- **requisitos funcionais:** estão relacionados a características absolutas ou funções que um componente ou um conjunto de componentes de rede devem possuir. Como exemplo, pode-se citar o suporte à transmissão integrada de dados, voz e vídeo.
- **requisitos quantitativos:** correspondem a atributos quantificáveis, e, portanto, expressos segundo uma escala de valores, que um componente ou um conjunto de componentes de rede devem suportar. Como exemplo, pode-se citar a taxa de transmissão de uma rede.

Este processo de derivação nem sempre é trivial, e, em alguns casos, pode implicar na escolha de alternativas que não sejam as mais adequadas à solução do problema considerado ou não atendam às expectativas do próprio usuário. Assim sendo, nesta fase é, também, importante discutir os resultados com os funcionários da empresa, que podem questioná-los e, eventualmente, fornecer outras informações que alterem as premissas tomadas como base. Às vezes, tais alterações podem decorrer da modificação da estratégia da própria empresa, o que, obviamente, implica em se refazer a fase anterior.

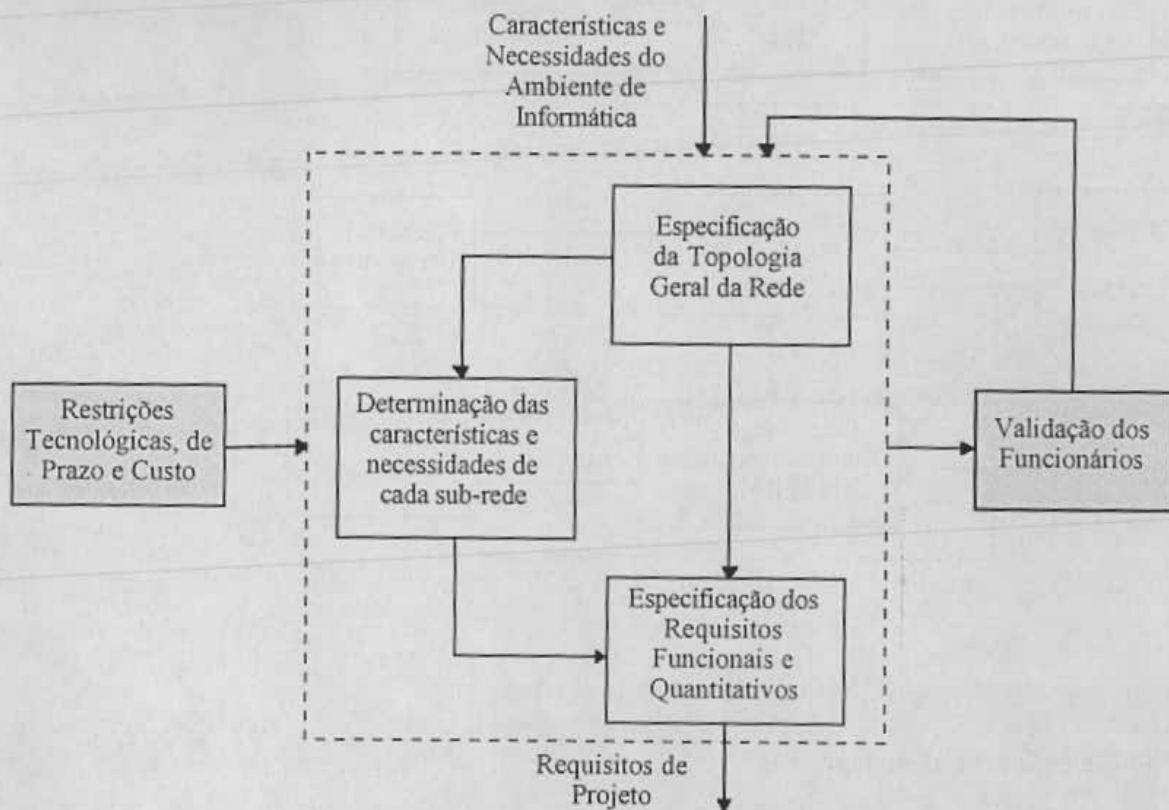


Figura 7 - Fase de Especificação de Requisitos

Os requisitos funcionais e quantitativos especificados nesta fase aplicam-se aos projetos da infra-estrutura de cabeamento e da configuração física do ambiente de redes, que constituem a fase de projeto físico descrita no item seguinte.

4.2.3 Projeto Físico

O projeto físico engloba tanto o projeto da infra-estrutura de cabeamento como a especificação da topologia da rede, das tecnologias a serem empregadas e dos equipamentos a serem utilizados. A Figura 8 mostra um desenho esquemático das macro atividades envolvidas no desenvolvimento do projeto físico de um ambiente de redes locais. Como pode-se constatar, a elaboração de tal projeto utiliza os resultados obtidos na execução das outras fases do projeto, incluindo as características do ambiente de informática e os requisitos associados à topologia geral da rede, e informações referentes a tecnologias de rede, regras de projeto e produtos de mercado, além das restrições tecnológicas, de custo e prazo, definidas junto aos funcionários da empresa.

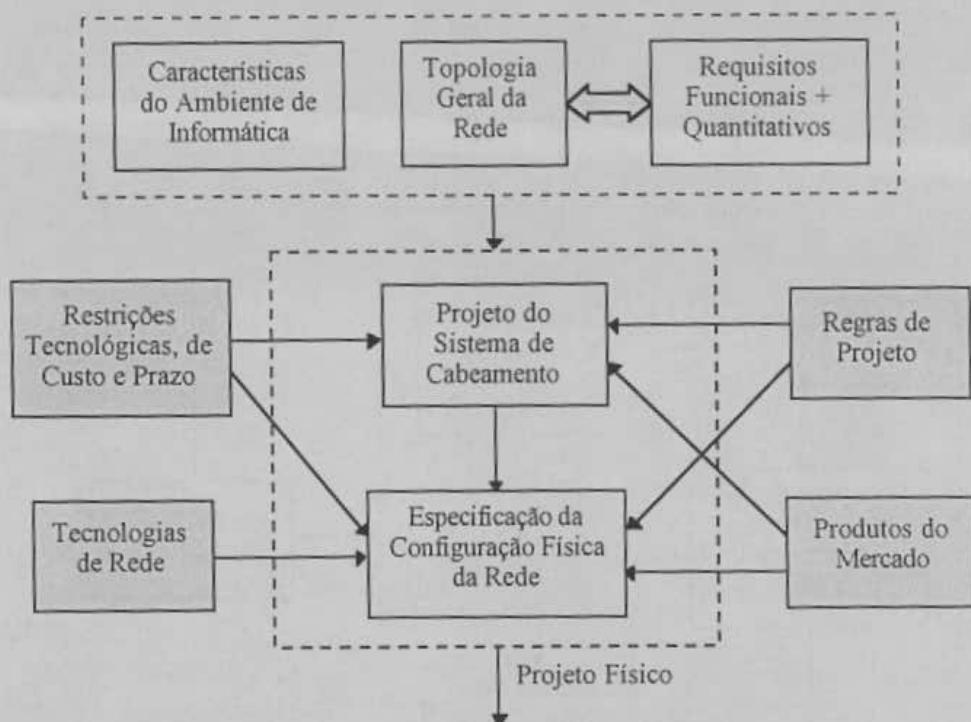


Figura 8 - Projeto Físico

4.2.3.1 Projeto do Sistema de Cabeamento

O projeto do sistema de cabeamento é realizado tomando por base todas as informações referentes às características dos prédios e campus, obtidas na fase de levantamento de informações, e dos requisitos especificados na fase anterior, além de outras relativas às regras de projeto, definidas pelas normas de padronização correspondentes [ISO11801][EIA/TIA 568][EIA/TIA 569], e aos tipos de componentes de distribuição existentes no mercado.

Dentro do escopo da metodologia aqui apresentada, é suposto que tal projeto pode envolver um campus com vários prédios, sendo constituído, portanto, das seguintes partes:

- **Projeto de Cabeamento do Campus:** define como devem ser interconectados os sistemas de cabeamento dos prédios existentes no campus, i.e., os quadros de distribuição de cada prédio ao quadro de distribuição do campus.
- **Projeto de Cabeamento dos Prédios:** é subdividido em dois outros subprojetos:
 - ♦ **Projeto do Sistema Horizontal:** inclui o projeto do sistema de cabeamento de cada andar de um prédio, que é usado para interconectar as tomadas de comunicação aos quadros de distribuição satélites ou intermediários e os quadros de distribuição satélites, quando estes existirem, aos quadros intermediários;
 - ♦ **Projeto do Sistema Vertical:** corresponde ao projeto do sistema de cabeamento usado na interconexão do sistema horizontal de cada andar, ou seja, permite ligar os quadros de distribuição intermediários de cada andar ao quadro de distribuição do prédio.

Esse projeto é, usualmente, executado em duas etapas: a primeira relativa ao levantamento de informações complementares referentes à planta civil, instalação elétrica e infra-estrutura de telefonia existente nos prédios ou campus considerados e a segunda referente ao projeto propriamente dito. Tais etapas devem ser realizadas sequencialmente, muito embora, na maioria das vezes, o projetista constata, durante a elaboração do projeto, a necessidade de obter informações adicionais, verificando *in loco* algum detalhe da instalação física dos prédios e/ou do campus considerados. Isto dá uma certa iteratividade a esta etapa do projeto.

A elaboração do projeto inclui a definição do posicionamento de cada componente de distribuição (e.g., quadros de distribuição, tomadas e ponto de concentração no caso de alguns tipos de sistemas de distribuição horizontal) e das rotas dos dutos e cabos empregados na interconexão das tomadas e quadros de distribuição, mediante a verificação de regras de projeto (e.g., a distância máxima da tomada de comunicação ao quadro de distribuição não deve exceder 90 m; deve ser mantida uma distância mínima de 30 cm entre uma tomada de comunicação e tomadas elétricas adjacentes; e o cabeamento vertical de um prédio não deve ser passado em

vãos de elevador) que requer que se conheça a planta civil, a instalação elétrica e a infra-estrutura de telefonia já existente no prédio ou campus considerados, os requisitos de projeto, os tipos de componentes de distribuição disponíveis no mercado e restrições tecnológicas, de custo e prazo. Considerando todos estes aspectos, pode-se, facilmente, concluir pela necessidade de se contar com uma ferramenta de suporte que pudesse verificar as decisões de projeto tomadas pelo projetista e muní-lo com as informações necessárias ao seu desenvolvimento. Uma ferramenta desta natureza, usada como suporte a essa etapa da metodologia proposta, é especificada em [CARVALHO95a].

4.2.3.2 Especificação da Configuração Física da Rede

Nesta etapa é especificada a configuração física da rede, que inclui a especificação das tecnologias e topologias das suas sub-redes e a seleção dos equipamentos, que podem ser empregados em cada caso, de modo que sejam atendidos os requisitos definidos anteriormente e as restrições tecnológicas, de custo e prazo estabelecidas junto à empresa.

4.2.3.2.1 Especificação das Tecnologias e Topologias das Sub-Redes

Como ponto de partida para a especificação das tecnologias e topologias das sub-redes, tem-se a topologia geral da rede, as características básicas e requisitos especificados para cada uma das suas sub-redes.

Como características básicas, são conhecidas a identificação e a configuração das estações que devem ser interconectadas através de cada grupo de trabalho e a identificação e configuração das estações, dos grupos de trabalho e redes *backbones* que devem ser ligados entre si através de cada rede *backbone*. Para fins de verificação das regras de projeto, é importante conhecer, também, a localização das estações em cada andar de cada prédio, o que pode ser feito associando a cada estação uma tomada de comunicação especificada no projeto de cabeamento estruturado.

Como requisitos relevantes a essa etapa do projeto, devem ser considerados as aplicações e parâmetros de qualidade de serviço (e.g., parâmetros de confiabilidade, disponibilidade e desempenho) especificados para cada sub-rede, além das restrições tecnológicas, de custo e preço, estabelecidas pela própria empresa.

Outras informações importantes estão relacionadas às opções tecnológicas e regras de projeto, que são determinantes na seleção das tecnologias de rede.

A identificação de tais regras de projeto constitui-se em uma das etapas mais importantes na definição dessa metodologia de projeto, que deve garantir a observação das mesmas no resultado final do projeto. Essas regras existem espalhadas em diversos trabalhos na literatura, em normas sobre elementos de rede e, principalmente, na experiência acumulada de projetistas de rede.

A compilação de regras existentes dessa forma esparsa na literatura, a seleção de itens de normas técnicas transformando-os em regras de projeto e a definição de regras oriundas do conhecimento e experiência acumulada de projetistas experientes possibilitam definir um conjunto consistente de regras de projeto que deve funcionar como o principal agente de validação dos projetos desenvolvidos a partir da metodologia proposta.

Essas regras de projeto estão agrupadas em dois conjuntos, constituídos, respectivamente, de regras de caráter geral e de regras tecnológicas. Como regras de projeto de caráter geral, tem-se:

- Em uma rede organizada segundo uma estrutura hierárquica, qualquer componente de rede (estação, *workgroup* e rede *backbone*) do nível i pode estar conectado no máximo a um componente do nível superior $i + 1$ [AHUJA85]. As sub-redes de um dado nível devem ser, no mínimo, tão rápidas quanto as sub-redes de um nível inferior, devendo as redes *backbones* ser de uma tecnologia que ofereça maior banda do que suas sub-redes de acesso [SPOHN93].
- Em uma rede hierárquica, pode existir, no máximo, uma conexão ativa por vez entre dois quaisquer equipamentos de rede (e.g. *hubs*, pontes ou roteadores) [HEWLETT PACKARD95].
- Toda rede deve ser dimensionada para acomodar picos de tráfego típicos dos horários de maior utilização da rede (*busy hours*) [SPOHN93].
- Não devem ser empregados equipamentos mais complexos do que o necessário. Por exemplo, não se deve utilizar uma ponte, quando um repetidor é suficiente [SPOHN93].
- Uma ponte deve ser utilizada para interconectar duas redes locais de tecnologias diferentes, podendo ser utilizada para interconectar duas redes locais de mesmas tecnologias, quando se deseja isolar o tráfego das sub-redes interconectadas através desta ponte.

- Um roteador deve ser empregado para conectar uma rede local e uma rede de longa distância, podendo ser, eventualmente, empregado para conectar duas redes locais.
- As tecnologias FDDI e ATM, devido às suas taxas de transmissão e custos elevados, são mais adequadas a redes *backbones*, devendo ser utilizadas em *workgroups* apenas nos casos de aplicações especiais (e.g., CAD/CAM - *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) que requeiram uma larga banda de transmissão.
- Quanto maior o porte de uma rede maior a necessidade de sistemas de gerenciamento.
- Deve ser evitada a utilização de tecnologias de rede não padronizadas.
- A solução de um projeto deve ser, sempre, a de menor custo, que atenda aos requisitos de projeto.

Além das regras de caráter geral, regras específicas a cada tecnologia de rede devem ser aplicadas a fim de se verificar a viabilidade de empregar uma tecnologia para uma dada sub-rede. A maioria das regras tecnológicas referem-se a restrições das categorias de aplicação (dados, voz ou vídeo) suportadas, tipos de meio físico de transmissão (cabo UTP, STP, de fibra óptica ou coaxial) que podem ser empregados, número máximo de estações e distância máxima que pode ser mantida entre tais estações ou de tais estações aos equipamentos de rede (*hubs*). Para verificar se tais restrições de distância são satisfeitas, deve-se conhecer a posição das estações e dos equipamentos de rede.

Analisando, então, as características de cada uma das tecnologias de rede e todas as informações coletadas para as sub-redes do sistema a ser projetado, nas fases anteriores e no próprio projeto de cabeamento estruturado, e aplicando as mencionadas regras de projeto é possível determinar as alternativas tecnológicas disponíveis para as mesmas.

Tal avaliação tecnológica pode ter, como resultado, várias opções. Se este for o caso, deve-se empregar como fatores seletivos o custo, a maturidade da tecnologia e a disponibilidade de produtos no mercado.

Como resultado final, obtém-se a definição da tecnologia que deve ser empregada em cada sub-rede. Na maioria dos casos, esta implica na especificação da sua topologia. Faz-se exceção à tecnologia FDDI, que suporta as topologias em anel e em árvore. Cabe ao projetista, analisando a distribuição física dos pontos a serem conectados, as distâncias envolvidas, os requisitos de desempenho, disponibilidade e custo, decidir por uma ou outra topologia.

Uma vez definida a tecnologia das sub-redes é possível especificar, também, as funções dos elementos usados na interconexão das mesmas. Em princípio, se as duas redes forem de mesma tecnologia pode-se empregar um repetidor para interconectá-las ou uma ponte, caso seja necessário isolar o tráfego entre as mesmas. Se as tecnologias dessas redes forem diferentes entre si, pode-se utilizar uma ponte para ligá-las ou um roteador, caso se deseje ter implementados mecanismos de roteamento neste elemento de interconexão.

Conhecendo-se as tecnologias e topologias de cada sub-rede e a função básica dos elementos de interconexão, o próximo passo consiste na seleção de equipamentos.

4.2.3.2 Seleção dos Equipamentos de Rede

Para realizar a seleção dos equipamentos é necessário conhecer a topologia geral da rede, a tecnologia, a topologia, a configuração básica e os requisitos especificados para cada uma das suas sub-redes e os tipos de elementos (repetidor, ponte ou roteador) usados na interconexão das mesmas. Como configuração básica das sub-redes, entende-se o seu número total de pontos, usados na conexão de estações, grupos de trabalho e redes *backbones*, as características básicas e função (servidora ou cliente) das estações e o tipo de enlace com a rede *backbone*. Os requisitos mais relevantes, por sua vez, estão, normalmente, relacionados à arquitetura de comunicação, infra-estrutura de gerenciamento (arquitetura de gerenciamento suportada, tipo de MIB, modo de gerenciamento: *in-band* e *out-of-band*), confiabilidade (e.g., MTBF - *Mean Time Between Failure*, mecanismos de recuperação de erros), disponibilidade (e.g., MTTR - *Mean Time To Repair*, dualidade das fontes, mecanismos de *hot-swapping*) e expansibilidade (e.g., número de portas suportadas) dos equipamentos.

De posse dessas informações, deve-se proceder com a seleção dos equipamentos usados para implementar as diversas sub-redes e elementos de interconexão. O primeiro passo neste sentido é selecionar a classe de equipamentos que deve ser empregada.

A escolha da classe de equipamento adequada a uma dada sub-rede ou elemento de interconexão ou a um conjunto de sub-redes depende da análise das informações coletadas, dos requisitos do projeto e das restrições de custo e prazo. Contudo, como regra geral, empregam-se os *hubs* de mesa para implementar os grupos de trabalho e os *hubs* de chassis para as redes *backbones*.

No caso dos grupos de trabalho, pode-se optar, por exemplo, por um *hub* empilhável ou não-empilhável de múltiplas tecnologias. Os *hubs* empilháveis oferecem uma solução de menor custo, mas têm como desvantagem o fato de todas estações (servidoras ou clientes) serem conectadas ao mesmo tipo de porta, não sendo, portanto, a opção mais adequada para uma rede que opera segundo o modelo cliente-servidor. Os *hubs* não-empilháveis de múltiplas tecnologias atendem às necessidades deste tipo de ambiente, possibilitando conectar as estações servidoras às portas mais rápidas. Se, por outro lado, tais grupos de trabalho operarem com aplicações especiais (e.g., processamento em tempo real, processamento de imagens, CAD/CAM e outros), pode-se optar, ainda, pela utilização de um *hub* de chassi de tecnologia única, FDDI ou ATM.

As redes *backbones*, por sua vez, podem ser utilizadas para conectar grupos de trabalho ou outras redes *backbones*. No primeiro caso, pode-se optar por empregar um *hub* de mesa, que, preferencialmente, opere a uma taxa de transmissão superior a de seus grupos de trabalho, ou um *hub* de chassi. No segundo caso, que pode corresponder, por exemplo, a uma rede *backbone* predial, costuma-se empregar um *hub* de chassi.

Em relação aos elementos de interconexão, na maioria das vezes, a sua função é implementada por um módulo interno de um *hub* de mesa ou por um módulo de um *hub* de chassi usado para implementar uma das sub-redes à qual está conectado. Como exemplo, pode-se citar o caso em que é empregado um *hub* não-empilhável de múltiplas tecnologias, que possui várias portas Ethernet (10BaseT ou 10BaseF) e uma ou mais portas FDDI, para implementar um grupo de trabalho. As estações do grupo de trabalho são conectadas às portas Ethernet e utiliza-se uma porta FDDI no seu enlace com a rede *backbone*. Em outras situações, em que não se dispõe de módulos dos próprios *hubs* com a função de interconexão (repetidor, ponte ou roteador), pode-se utilizar um equipamento de mesa para implementar o respectivo elemento de interconexão.

Uma vez definida a classe de equipamentos a ser empregada, deve-se realizar a seleção dos equipamentos propriamente ditos. Para uma mesma classe e tecnologia de equipamento existem várias opções de equipamentos com características bem peculiares que variam de um fornecedor para o outro. Estas características correspondem, em geral, ao diferencial competitivo de um produto para o outro e vão ser importantes à medida que atendam a determinados requisitos especificados para o projeto. Um exemplo típico seria a existência de fontes duais nos equipamentos. A maioria dos *hubs* de mesa do mercado não oferece este recurso, e, algumas vezes, nem os *hubs* de chassi. Se este for um requisito de projeto, certamente o conjunto de *hubs* que podem ser empregados se torna bem mais restrito. Ou seja, o processo de seleção dos equipamentos depende de uma análise dos requisitos de projeto e, naturalmente, de restrições de custo e prazo. Em determinados casos, pode-se chegar a um conjunto vazio de equipamentos, o que obriga que algum ou alguns requisitos sejam revistos.

Feita a seleção, deve-se dimensionar, ainda, os equipamentos selecionados. No caso dos *hubs* empilháveis, os fornecedores oferecem, geralmente, para uma mesma linha de produtos, vários modelos que se diferenciam, apenas, pelo seu número de portas, podendo *hubs* desses diversos modelos ser interconectados. Cabe ao projetista, então, determinar a melhor combinação de tais modelos de modo a otimizar o número total de portas gastas em função do número de portas necessárias e do custo. Avaliação semelhante deve ser realizada para os *hubs* não-empilháveis. No caso dos *hubs* de chassi, deve-se otimizar o número de módulos e de portas desses módulos, uma vez que costumam, também, existir vários modelos de módulos com o mesmo tipo de tecnologia para um mesmo modelo de *hub*.

Apenas terminado o dimensionamento dos equipamentos, principalmente no caso dos *hubs* de chassi, é que o projetista vai ter uma idéia precisa do seu custo total, que pode atender ou não às restrições orçamentárias do projeto. Isto pode levar o projetista, a selecionar um outro equipamento ou uma outra classe de equipamentos ou até mesmo a rever algum requisito de projeto.

Ao final, o projetista pode ter várias opções de solução de projeto com custos e características diferenciadas que podem ser discutidas e avaliadas junto com a própria empresa. Usualmente, opta-se pela solução de menor custo.

Também nesta etapa do projeto físico, pode-se constatar que o conjunto de informações tratadas pelo projetista é bastante amplo, sendo fundamental contar com alguma ferramenta que implemente um *driver* da metodologia proposta, auxiliando o projetista na tomada de decisões de projeto, através de sugestões das melhores opções referentes ao tipo de tecnologia, à classe de equipamentos e aos equipamentos que devem ser, efetivamente, empregados no projeto, e da verificação das regras de projeto correspondentes. Uma ferramenta deste tipo é especificada em [CARVALHO95b].

5. Avaliação da Metodologia Proposta

A metodologia aqui proposta tem sido aplicada em diversos projetos de portes e escopos diferentes. De modo geral, os projetos desenvolvidos envolvem andares de um prédio e, mais raramente, prédios inteiros ou

mesmo campus. Em alguns casos, a empresa só deseja o projeto de cabeamento estruturado, em outros apenas o projeto da rede propriamente dita, partindo de uma infra-estrutura de cabeamento já existente. Nas diversas situações, tal metodologia tem-se mostrado adequada, embora requeira ajustes à medida que novos projetos vão sendo realizados e novos tipos de soluções vão surgindo, como consequência natural da própria evolução tecnológica na área de informática.

Essa metodologia pode ser avaliada segundo os critérios de WALFORD [WALFORD90], que define uma metodologia como sendo um procedimento usado para transformar uma entidade em outra e que só pode ser considerada efetiva se satisfizer aos seguintes requisitos:

- **especificação explícita:** deve consistir de um conjunto de operações e atividades definido de maneira não ambígua;
- **atividades definíveis:** deve ser possível definir cada uma das atividades que constituem essa metodologia e não, apenas, descrever os resultados obtidos da sua execução;
- **transformação completa:** a aplicação da metodologia por si só deve garantir a obtenção dos resultados esperados, sem ser necessário que atividades adicionais sejam realizadas;
- **ações implementáveis:** todas atividades propostas dentro do escopo desta metodologia tem que ser executadas dentro de restrições de prazo e recursos impostas pelo próprio projeto.

Em relação ao primeiro requisito, pode-se dizer que a metodologia proposta foi especificada segundo um conjunto de fases. Cada uma dessas fases foi descrita através de um conjunto de atividades que podem, dependendo do caso, ser executadas concomitantemente ou seqüencialmente. Cada uma dessas atividades, por sua vez, foi definida de maneira não-ambígua, especificando-se as suas entradas, as transformações realizadas sobre as mesmas e as suas saídas, o que vem já atender ao segundo requisito. Todas as fases, se executadas segundo a metodologia proposta, abrangem todas atividades necessárias para a obtenção do projeto físico de uma rede corporativa, seja ela do âmbito de um campus, de um prédio ou de apenas alguns andares de um prédio, o que garante que o terceiro requisito seja satisfeito. Por último, a sua implementabilidade pôde ser comprovada pelos resultados obtidos em projetos já realizados.

6. Considerações Finais

A metodologia proposta sintetiza a experiência prática acumulada em projetos desta natureza. Sistematiza, de modo objetivo, as suas etapas de desenvolvimento e, pelo fato de estar fundamentada na análise das características, necessidades e tendências evolutivas do ambiente corporativo considerado, a sua aplicação garante que os resultados obtidos, de fato, atendam às necessidades desse ambiente e permitam a evolução da solução proposta de modo a incorporar novas tecnologias e serviços, tendo, como consequência imediata, a preservação dos investimentos realizados. A aplicabilidade de tal metodologia pôde ser comprovada através da realização de projetos de portes variados, envolvendo vários prédios de um campus e, em outros casos, alguns andares de um prédio.

Contudo, apesar de se tratar de uma metodologia bastante poderosa, a sua aplicação requer do projetista conhecimentos sólidos sobre as tecnologias de rede e suas principais características; sobre as regras de projeto relativas a sistemas de cabeamento, outras puramente tecnológicas e algumas de caráter geral; e sobre a grande diversidade de produtos de rede disponíveis no mercado. Mesmo de posse de tal bagagem de conhecimento, o projetista pode incorrer em erros, devido às peculiaridades de cada projeto e ao grande volume de informações que deve manipular, nem sempre propondo a solução mais adequada ao ambiente considerado.

No sentido de garantir a obtenção de projetos de rede com maior qualidade e precisão, de acordo com o que já foi anteriormente exposto, identificou-se a necessidade de se contar com duas ferramentas de suporte à aplicação desta metodologia. Tais ferramentas, cuja implementação foi proposta em [CARVALHO95c], foram denominadas "ferramenta de cabeamento estruturado" e "ferramenta de seleção de equipamentos". A primeira delas oferece recursos para a realização do projeto de cabeamento estruturado, verificando e implementando regras de projeto e ajudando o projetista na seleção dos componentes de distribuição mais adequados ao mesmo. A segunda ferramenta implementa um "driver" da referida metodologia, permitindo ao projetista especificar a topologia da rede, criando sub-redes (grupos de trabalho ou redes *backbones*) que devem constituir tal rede, e definir as tecnologias e os equipamentos a serem empregados na sua implementação. Durante todo esse processo de desenvolvimento do que se chamou de especificação da configuração física da rede, todas as decisões tomadas pelo projetista são verificadas pela ferramenta, mediante a aplicação de regras tecnológicas e de caráter geral que sintetizam a experiência prática em projeto de redes. Além disso, tal ferramenta apresenta sugestões relativas a tecnologias, classes de equipamentos e equipamentos de rede mais adequados ao projeto, pré-selecionados a partir de informações referentes aos

requisitos de projeto e características do ambiente de informática considerado, fornecidas pelo próprio projetista. Essas duas ferramentas verificam um total de 136 regras de projeto.

Referências Bibliográficas

- [3COM94a] 3COM. **3Com buyer's guide**. Santa Clara, Sept. 1994.
- [3COM94b] 3COM. **100BaseT fast ethernet: A high-speed technology for cost-effective scaling of 10BaseT networks**. Santa Clara, Oct. 1994.
- [AHUJA85] AHUJA, V. **Design and analysis of computer communications networks**. New York, McGraw-Hill, 1985. (McGraw-Hill International Editions - Computer Science Series).
- [CARVALHO95a] CARVALHO, T.C.M.B. **Especificação de uma ferramenta de projeto de cabeamento estruturado**. São Paulo, LARC/EPUSP, 1995. (Relatório Interno LARC/USP).
- [CARVALHO95b] CARVALHO, T.C.M.B. **Especificação de uma ferramenta de seleção de equipamentos de redes locais**. São Paulo, LARC/EPUSP, 1995. (Relatório Interno LARC/USP).
- [CARVALHO95c] CARVALHO, T.C.M.B. **Metodologia e ferramentas de projeto de redes locais**. São Paulo, 1995. 298p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [EIA/TIA-568] ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION/TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. **Commercial building telecommunications cabling standard - EIA/TIA-568**. Washington, 1993.
- [EIA/TIA-569] ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION/TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. **Commercial building standard for telecommunications pathways and spaces EIA/TIA-569**. Washington, 1990.
- [HÄNDEL94] HÄNDEL, R. ; HUBER, M.N. ; SCHRÖDER, S. **ATM networks: concepts, protocols, applications**. 2.ed. Wokingham, Addison-Wesley, 1994.
- [HEWLETPACKARD95] HEWLETT PACKARD. **Planning and designing high speed networks using 100VG-AnyLAN: network design guide**. Rockville, 1995.
- [ISO11801] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Information technology - generic cabling for customer premises cabling - DIS 11801**. Geneva, 1994.
- [MIRCHANDANI93] MIRCHANDANI, S. ; KHANNA, R. **FDDI technology and applications**. New York, John Wiley, 1993.
- [SHARER95] SHARER, R. A switch in time. **LAN Magazine**, v.10, n.5, p.109-26, 1995.
- [SPOHN93] SPOHN, D.L. **Data network design: packet switching, frame relay, 802.6/DQDB (SMDS), ATM (B-ISDN), SONET**. New York, McGraw-Hill, 1993. (McGraw-Hill Series on Computer Communications).
- [STALLINGS90] STALLINGS, W. **Handbook of computer communications standards**. Carmel, Howard W. Sams, 1990. v.2: local area standards.
- [WALFORD90] WALFORD, R.B. **Information networks: a design and implementation methodology**. Reading, Addison-Wesley, 1990.