



FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
CENTRO DE PESQUISAS AGGEU MAGALHÃES
Mestrado Profissional em Saúde Pública



Giselle Santos Pimentel

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA APOIO
AO GERENCIAMENTO DE ACESSO,
CIRCULAÇÃO E SEGURANÇA EM
UMA INSTITUIÇÃO DE CIÊNCIA
E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

RECIFE
2006

GISELLE SANTOS PIMENTEL

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA APOIO AO GERENCIAMENTO DE
ACESSO, CIRCULAÇÃO E SEGURANÇA EM UMA INSTITUIÇÃO DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, para obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Wayner Vieira de Souza

Co-orientador: José Luiz Portugal

**RECIFE
2006**

Catálogo na fonte: Biblioteca do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

P644s Pimentel, Giselle Santos.

Sistema de informação para apoio ao gerenciamento de acesso, circulação e segurança em uma instituição de ciência e tecnologia em saúde / Giselle Santos Pimentel. — Recife: G. S. Pimentel, 2006.

86 p.

Dissertação (mestrado profissional em saúde pública) - Centro de Pesquisas Aggeu, Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 13 dez. 2006.

Orientador: Wayner Vieira de Souza.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Redes de monitoramento - análise. 3. Medidas de segurança. 4. Sistemas de informação administrativas - utilização. I. Souza, Wayner Vieira II. Título.

CDU 331.45

GISELLE SANTOS PIMENTEL

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA APOIO AO GERENCIAMENTO DE
ACESSO, CIRCULAÇÃO E SEGURANÇA EM UMA INSTITUIÇÃO DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, para obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Aprovado em ____/____/____

Banca Examinadora

Profº Drº Wayner Vieira de Souza
Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/Fiocruz

Profª Drª Ana Lúcia Bezerra Candeias
Departamento de Engenharia Cartográfica/UFPE

Profª Drª Maria do Carmo Leal
Fundação Oswaldo Cruz/Fiocruz

Dedico este trabalho aos meus pais Luiz e Edilma,
ao meu marido Cecílio e aos meus filhos Lucas e Arthur.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Wayner Souza meu profundo agradecimento pela supervisão, apoio e estímulo para realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador José Luiz Portugal por ter “desatado vários nós”.

A Nilma Leal pela disponibilidade quando mais precisei.

A Janaína Miranda pela colaboração nas discussões sobre o tema de Biossegurança.

Ao meu marido Cecílio pelo apoio emocional e acadêmico, pela paciência e incentivo.

Aos meus filhos Lucas e Arthur que foram compreensivos nos momentos em que precisava de concentração.

A Vladimir Rocha, estagiário do CPqAM, pela dedicação e suporte fundamental na elaboração desta dissertação.

A Constantino Silveira pelo apoio, estímulo e dicas construtivas.

Aos amigos que me incentivaram e tiveram paciência em ouvir minhas queixas.

PIMENTEL, Giselle Santos. **Sistema de informação para apoio ao gerenciamento de acesso, circulação e segurança em uma instituição de ciência e tecnologia em saúde.** 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2006.

RESUMO

O presente trabalho propõe utilizar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para construir uma rede, a partir da modelagem da planta térrea do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM), disponível em CAD, onde serão representados todos os acessos (nós da rede) e todos os caminhos (arcos da rede) possíveis entre os nós. O estudo utilizará ferramentas de análise de redes para identificar os fluxos e acessos às suas dependências, indicando os melhores pontos de barreiras e que áreas estão sob sua incidência. O estudo ainda propõe criar uma tabela de atributos associada aos nós da rede. Espera-se como resultado, contribuir para condução de um sistema de segurança eficiente e um controle do fluxo de pessoas que trabalham e freqüentam o CPqAM.

Palavras-chave: Análise de redes, fluxo de pessoas, segurança, SIG.

PIMENTEL, Giselle Santos. **Information system for support to the management of access, circulation and security in a institution of science and technology in health.** 2006. Dissertation (Professional Master in Public Health) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2008.

ABSTRACT

This work proposes to employ a GIS (Geographic Information System) to construct a network, by modeling the ground floor of the Research Center Aggeu Magalhães (CPqAM), available in CAD, where will be represented all accesses (junctions) and ways (edges) available in the network. The study will use a network analysis tool to identify flows and accesses to the CPqAM, indicating the best locations to the barriers and which areas are under incidence of the barriers. The study also proposes to build a table of attributes associated to the junctions of the network. It is expected that this study contributes towards a conduction of an efficient security system to the people that work at the CPqAM.

Keyword: Network analysis, flows, Security, GIS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Planta esquemática do CPqAM.	27
Figura 3.2 - Estrutura Organizacional do CPqAM.	29
Figura 3.3 - Ambiente de integração de um SIG	31
Figura 3.4 - Componentes de um SIG.	32
Figura 3.5 - Armazenamento com topologia.	35
Figura 3.6 - Etapas para construção da rede do CPqAM.	42
Figura 4.1 - Início da construção da geometria da rede com 4 pontos e 3 linhas.	44
Figura 4.2 - Pontos de acesso e linhas dentro de ambiente com mais de uma sala.	45
Figura 4.3 - Estágio 1 da geometria da rede.	46
Figura 4.4 - Estágio 2 da geometria da rede.	46
Figura 4.5 - Estágio 3 da geometria da rede.	47
Figura 4.6 – Estágio final da geometria da rede.	47
Figura 4.7 - Apresentação dos nós.	49
Figura 4.8 - Identificação dos arcos.	50
Figura 4.9 - Identificação dos nós.	50
Figura 4.10 Nós e seus atributos.	54
Figura 4.11 - Simbologia da ferramenta MCFL.	56
Figura 4.12 – Fixação dos nós de partida e destino.	57
Figura 4.13 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, sem barreira.	58
Figura 4.14 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, inserindo 1 barreira	59
Figura 4.15 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, inserindo 2 barreiras.	60
Figura 4.16 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, inserindo 3 barreiras.	61
Figura 4.17 - Proteção do <i>destino</i> escolhido, utilizando 4 barreiras.	62
Figura 4.18 - Caminho possível entre a recepção e o ponto B, sem barreira	63
Figura 4.19 - Caminho possível entre recepção e o ponto B, adicionando 5 barreira.	64
Figura 4.20 - Caminho entre recepção e o ponto B, adicionando 6 barreira.	65
Figura 4.21 - Proteção de dois <i>destinos</i> , utilizando 7 barreiras.	66
Figura 4.22 - Dois <i>destinos</i> protegidos por 6 barreiras.	67
Figura 4.23 - Caminhos possíveis entre as quatro entradas do CPqAM e o ponto A.	68

Figura 4.24 - Quatro <i>partidas</i> , um <i>destino</i> , 1 barreira.	69
Figura 4.25 - Quatro <i>partidas</i> , um <i>destino</i> , 2 barreiras.	70
Figura 4.26 - Quatro <i>partidas</i> , um <i>destino</i> , 3 barreiras.	71
Figura 4.27 - Quatro <i>partidas</i> , um <i>destino</i> , quatro barreiras posicionadas na mesma posição da Figura 4.17, nenhum caminho possível.	72
Figura 4.28 - Consulta a tabela de atributos	73
Figura 4.29 - Estabelecendo o caminho entre os nós determinados.	74
Figura 4.30 - Inserindo 1 barreira entre a partida e o destino determinados.	75
Figura 4.31 - Inserindo 2 barreiras entre a partida e o destino determinados.	76
Figura 4.32 – Caminho protegido por 3 barreiras entre a partida e o destino determinados.	77
Figura 4.33 – Acessos internos do CPqAM ao passar uma das quatro barreiras.	78
Figura 4.34 – Fluxos internos de duas área distintas sob influência de 7 barreiras.	79
Figura 4.35 – Circulação interna entre duas áreas, sob influência de 6 barreiras.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Topologia arco-nó.	35
Tabela 3.2 - Elementos básicos de um Sistema de Controle de Acesso.	36
Tabela 4.1 - Dicionário de Variáveis.	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Segurança	12
<i>1.1.1 Biossegurança</i>	13
<i>1.1.2 Fatores de Risco</i>	14
<i>1.1.3 Fluxos, Acessos e Segurança Laboratorial</i>	18
1.2 Sig, Cad	20
1.3 Justificativa	22
1.4 Hipótese	23
2 OBJETIVOS DA PESQUISA	24
2.1 Objetivo Geral	24
2.2 Objetivos Específicos	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Local do Estudo	25
<i>3.1.1 Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães</i>	25
<i>3.1.2 Estrutura Organizacional</i>	28
3.2 Sistemas de Informação Geográfica	30
<i>3.2.1 Estrutura Geral de um SIG</i>	31
3.3 Armazenamento de Dados	33
3.4 Topologia	35
3.5 Topologia Arco-Nó	36
3.6 Atributos	37
3.7 Banco de Dados Geográfico	37
3.8 Redes	38
3.9 Modelagem de Dados	39
3.10 Construção e Análise da Rede do CPqAM	40
<i>3.10.1 Coleta de Dados</i>	40
<i>3.10.2 Construção da Rede</i>	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Construção da Rede do CPqAM	43
4.2 Construção da Tabela de Atributos	51
4.3 Análises de Rede	55

<i>4.3.1 Resultados obtidos com o emprego das Ferramentas Adotadas</i>	55
<i>4.3.2 Resultados do Emprego das Ferramentas de Análise na Rede do CPqAM</i>	57
5 CONCLUSÕES.....	81
Referências	84

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo considera a necessidade de controle do fluxo de pessoas que circulam no Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães (CPqAM) devido ao seu crescimento físico, aumento e complexidade das atividades desenvolvidas e, conseqüentemente, da circulação de pessoas envolvidas com os trabalhos. A Seção 1.1 apresenta uma breve discussão sobre a questão da segurança laboratorial, biossegurança, classificação de riscos ambientais e sobre o conceito de Níveis de Biossegurança. A Seção 1.2 descreve sistemas computacionais, destacando como estes serão utilizados neste trabalho. A estrutura física do CPqAM é apresentada na Seção 1.3. Finalmente, a Seção 1.4 apresenta a justificativa deste trabalho.

1.1 Segurança

O controle de acesso é fundamental em uma Instituição que desenvolve pesquisas, envolvendo a manipulação de microorganismos patogênicos, responsáveis por doenças existentes no Brasil. Existe nesta atividade laboratorial grande diversidade quanto aos agentes etiológicos passíveis de serem cultivados. Necessita-se de proteção total contra escape de microorganismos patogênicos, para proteção dos profissionais, do público, do meio ambiente, dos animais de criação e aqueles utilizados nas pesquisas. Além disso, a preservação dos experimentos contra microorganismos contaminados por agentes estranhos, requer rigorosos controles organizacionais para acesso de pessoas. O roubo de recursos genéticos, a chamada biopirataria, ocasiona perda de divisas para o país, no caso destes serem usados como matéria prima para desenvolvimento de medicamentos e vacinas, e, dependendo da intenção de uso deste material, até riscos para a sua população.

Através dos séculos, cada civilização, praticou a segurança de acordo com o momento histórico e espaço geográfico considerados. Desde os primórdios observa-se no comportamento humano a preocupação com a proteção dos seus bens. A preocupação com a vida, alimento e moradia precisavam ser preservados além de novos ativos (qualquer pessoa, equipamento, material, informação ou qualquer atividade que tenha valor positivo para seu proprietário como também para seu adversário) (ROPER, 1999 apud CALDAS, 2003).

Medidas preventivas deveriam ser o componente primordial na proteção, que tem como objetivo final a segurança.

A segurança no trabalho envolve muitas considerações diferentes: segurança no acesso ao prédio (impedindo a entrada de pessoas não autorizadas em áreas restritas) segurança patrimonial, segurança das informações, além da segurança biológica, química e contra radiação.

Um centro de pesquisa que desenvolve atividades de Ciência e Tecnologia em Saúde (C&T) geralmente trabalha com materiais e reagentes (nacionais e importados), agentes biológicos potencialmente patogênicos, bem como um acervo de equipamentos sofisticados de alto valor agregado, incluindo um importante parque computacional, que necessitam estar em laboratórios e áreas com controle de acesso e com monitoramento contínuo. Este requisito é importante para a proteção da produção científica, visto que o registro das amostras biológicas e uma parte considerável dos resultados obtidos está armazenada na memória de computadores localizados em laboratórios de pesquisa. Segundo o Código Brasileiro de Prática para a Gestão da Segurança da Informação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001), em seu item 7 ("Segurança física e do ambiente"), é recomendável "que os recursos e instalações de processamento de informações críticas ou sensíveis da instituição sejam mantidos em áreas seguras, protegidas por um perímetro de segurança definido, com barreiras de segurança apropriadas e acesso controlado", já o item 6 ("Segurança das pessoas"), recomenda que sejam adotados procedimentos para reduzir os riscos de erro humano, roubo, fraude ou uso indevido das instalações.

1.1.1 Biossegurança

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o fundamento básico da Biossegurança é assegurar o avanço dos processos tecnológicos e proteger a saúde humana, animal e o meio ambiente (HIRATA, 2002 apud SINCERO, 2002). No Brasil, foi criada no ano de 2002 a Comissão de Biossegurança em Saúde pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 343 de 19 de fevereiro de 2002, posteriormente revogada e substituída pela Portaria nº 1.683, de 28 de agosto de 2003 e em 2005 a nova Lei de biossegurança (Lei 11.105 de 24/03/2005) veio

ampliar sua abrangência uma vez que vinha sendo associada somente à pesquisa com transgênicos e células tronco.

A Biossegurança pode ser definida por “um conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, as quais possam comprometer a saúde do homem, dos animais, das plantas e do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos” (SOUZA, 2006).

Nestes casos, ao contrário do trabalho com OGM's, a Biossegurança deve ter uma abordagem mais ampla de segurança geral tanto para os alunos como para os professores e funcionários técnicos ou administrativos, por estarem todos envolvidos no trabalho universitário de ensino e pesquisa, além da prestação de serviços (HIRATA, 2002 apud SINCERO, 2003).

Deve-se também considerar que praticamente todas as atividades são desenvolvidas por todos, e a manutenção primária do laboratório também. Portanto, os cuidados a serem tomados pelos usuários e o gerenciamento pelos administradores devem ser muito maiores.

1.1.2 Fatores de Risco

A questão da segurança está intimamente relacionada com a prevenção de fatores de risco.

O termo *risco* surge com o próprio processo de constituição das sociedades contemporâneas a partir do final do Renascimento e início das revoluções científicas, quando ocorreram intensas transformações sociais e culturais associadas ao forte impulso nas ciências e nas técnicas, grandes navegações e à ampliação do fortalecimento político e econômico da burguesia nascente. O conceito de risco que se conhece hoje implica em considerar a previsibilidade de ocorrência de determinadas situações ou eventos adversos por meio do conhecimento da teoria da probabilidade. Embora o conceito probabilístico de risco seja predominante na atualidade e associado ao potencial de perdas e danos e de magnitude das conseqüências, até o período anterior à Revolução Industrial o que dominava era sua compreensão como manifestação dos deuses. Da antiguidade até meados do século XVIII, eventos como incêndios, inundações, furacões, fomes e epidemias eram compreendidas como manifestações

da providência divina, de modo que para revelá-los e prevê-los tornava-se necessário interpretar os sinais “sagrados”. A transformação das situações e eventos considerados perigosos em riscos, implicando na previsibilidade a partir da probabilidade, ocorreu de modo mais sistemático somente a partir da revolução industrial (FREITAS, 2000).

A Portaria nº 25 de 29/12/94 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), através da Norma Regulamentadora nº 9 (NR 9), classifica os riscos ambientais em cinco grupos:

a. Riscos Biológicos

Principal fator de risco em laboratórios de saúde relacionados aos organismos presentes nas amostras ou como objeto de estudo. São considerados riscos biológicos os fungos, bactérias, vírus, parasitas, protozoários, insetos e qualquer outra forma de “vida”.

Os microorganismos se dividem em quatro grupos, onde são considerados como critérios: a patogenicidade para o homem; a virulência; a endemicidade, a capacidade mutagênica, a resistência a processos de esterilização, o modo de transmissão e a existência ou não de profilaxia e de terapêutica eficazes, a concentração do agente e o volume do material concentrado a manipular. Podem ser classificados em grupos de riscos de 1 a 4 (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2004). Esta classificação coincide com a elaboração dos Níveis de Biossegurança (NB) estabelecida pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para Agentes Etiológicos Humanos e Animais com Base na Lei 11.105/2005, regulamentada pelo Decreto 5.591/2005, Apêndice 2, Instrução Normativa nº 7, de 06 de junho de 1997, Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), CTNBio. A designação do nível de biossegurança (NB) é baseada na composição de vários fatores, tais como: construção, instalações de contenção, equipamentos, procedimentos e práticas operacionais requeridos para trabalhar com determinados agentes de grupos de riscos variados (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2004).

- Grupo de risco 1 (NB1) - Baixo ou nenhum risco individual e para a coletividade – organismos que não causem doença ao homem ou animal e não constituam risco ao meio ambiente.

- Grupo de risco 2 (NB2) - Risco individual moderado e risco limitado para a coletividade – patógeno que cause doença ao homem ou aos animais, mas que não consiste em sério risco a

quem o manipula (em condições de contenção), à comunidade, aos seres vivos e ao meio ambiente. As exposições laboratoriais podem causar infecção, mas existem medidas eficazes de tratamento e prevenção, sendo o risco de disseminação bastante limitado.

Dentre as exigências físicas de controle, podemos destacar as relativas ao acesso à área laboratorial, que deve ser limitado durante os procedimentos operacionais e a determinados procedimentos suscetíveis à formação de aerossóis, que devem ser conduzidos em cabines de segurança biológica ou em outro sistema de barreira. Toda área deve ser dotada de sinalização de segurança, apontando os riscos e contendo a identificação dos microorganismos manipulados e as instruções apropriadas para a entrada no laboratório.

- Grupo de risco 3 (NB3) - Elevado risco individual e risco limitado para a coletividade – patógeno que geralmente causa doenças graves ao homem ou aos animais mas não costuma se espalhar de um indivíduo contaminado para outro. Pode representar um risco se disseminado na comunidade, mas usualmente existem medidas de tratamento e de prevenção.

As exigências físicas e operacionais dos laboratórios nível 3 são substancialmente maiores e acrescidas àquelas dos níveis 1 e 2. Requer procedimentos para o trabalho com microorganismos (classe de risco 3) e exige contenção para impedir a transmissão pelo ar e acesso restrito aos profissionais treinados e avaliados física e mentalmente para trabalhos em contenção.

- Grupo de risco 4 (NB4) - Elevado risco individual e coletivo – patógeno que representa grande ameaça para o ser humano e para aos animais, representando grande risco a quem o manipula e tendo grande poder de transmissibilidade de um indivíduo a outro, direta ou indiretamente. Normalmente não existem medidas preventivas e efetivas de tratamento.

É necessário levar em consideração que a classificação de um microorganismo não é fixa, ou seja, determinado microorganismo classificado em um grupo, poder ser classificado em um grupo superior se, por exemplo, for manipulado em grande escala.

Além de todos os requisitos para biossegurança, o acesso ao laboratório deve ser considerado seguindo as normas que determinam acesso restrito aos NB3 e NB4 e controlado aos demais níveis.

Em NB2 e NB3 o pesquisador principal (supervisor do trabalho com Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e riscos biológicos causados pelos microorganismos) tem a responsabilidade de limitar o acesso ao laboratório. Cabe ao pesquisador avaliar cada situação e autorizar quem poderá entrar ou trabalhar no laboratório. A localização do laboratório em relação às outras instalações dentro da mesma edificação é um fator de segurança. Os laboratórios de contenção, NB3 e NB4, de grande risco biológico, devem ser projetados em áreas separadas ou afastadas da área de público.

b. Riscos Químicos

Consideram-se agentes de risco químico as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores, as substâncias químicas propriamente ditas (ácidos, solventes) ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou ingestão.

c. Riscos Físicos

Na execução de uma enorme parcela de atividades de laboratório ligadas à pesquisa, os pesquisadores lançam mão de equipamentos diversos que podem gerar ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibrações, etc. Todos estes fenômenos são considerados riscos físicos.

d. Riscos Ergonômicos

São considerados riscos ergonômicos o levantamento e transporte manual de peso, repetitividade, responsabilidade, ritmo excessivo, posturas inadequadas de trabalho, trabalho em turnos, etc. Entretanto há grande preocupações relacionadas às Lesões por Esforço Repetitivo (LER) e aos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Isto porque LER/DORT são consideradas a segunda causa de afastamento do trabalho no Brasil. Afeta principalmente a faixa etária de 30 a 40 anos (produtiva) e as mulheres são as mais atingidas.

e. Riscos de Acidentes

O laboratório é geralmente considerado um lugar com alto potencial de acidentes. Isto se deve à natureza dos materiais manuseados, aos equipamentos usados e à extensa escala de atividades praticadas. Entretanto, mesmo com o desconhecimento do potencial de risco no trabalho de laboratório, a frequência dos acidentes é relativamente baixa, mas eles ocorrem e podem ter sérias conseqüências (CIENFUEGOS, 2001). Materiais inflamáveis, explosivos, tóxicos e equipamentos que geram calor são sem dúvida as causas de acidentes mais graves, e seu manuseio, armazenamento e transporte devem ser criteriosos, seguindo os procedimentos de biossegurança.

No caso de laboratórios de ensino e pesquisa, a preocupação é ainda maior, devido, principalmente, a grande rotatividade de estagiários, alunos de graduação e pós-graduação e até de pesquisadores visitantes, além da variabilidade de atividades desenvolvidas. A manipulação de produtos químicos (solventes orgânicos, tóxicos, abrasivos, irritantes, inflamáveis, voláteis, cáusticos, entre outros), microorganismos e parasitas com risco de infectividade e morbidade é bastante variada (HIRATA, 2002 apud SINCERO, 2003).

1.1.3 Fluxos, Acessos e Segurança Laboratorial

A segurança laboratorial envolve, entre outras coisas, a prevenção de entrada de pessoal não autorizado, como também a remoção de agentes biológicos perigosos. As possibilidades de riscos deveriam incluir revisões sistemáticas de segurança física, controle de acesso a laboratórios e biotério, segurança dos empregados e política de prevenção de acidentes (MORBIDITY AND MORTALITY WEEKLY REPORT, 2002).

Existem muitos métodos de proteção em laboratório e o nível da segurança deve corresponder ao tipo de material usado ou estocado no laboratório. Obviamente, um laboratório onde microorganismos são manipulados deve manter um nível de segurança maior que um laboratório de ensino.

Algumas considerações são importantes e devem ser observadas para atendimento de normas de segurança, entre elas incluem (OESO NEWS, 2001):

- Fechar as portas de acesso ao laboratório;
- Acesso controlado e limitado a pessoas autorizadas. Todo pessoal do laboratório deve ter conhecimento das pessoas autorizadas. Acessos a estudantes, visitantes, pessoal da limpeza e manutenção deve ser limitado às horas regulares de trabalho, quando houver funcionários presentes. Todos devem estar identificados com crachás;
- Freezer, geladeiras e outros equipamentos usados para estocar material de alto risco devem ser trancados quando estiverem fora da área de visão dos profissionais;
- Uso de barreiras deve ser considerado, principalmente, para áreas onde agentes de “alto risco” são estocados ou manipulados;

Para que essas e outras medidas ocorram, é necessário que um plano de segurança seja escrito e revisto anualmente ou quando mudanças ocorrerem ao que foi estabelecido preliminarmente, sendo parte de uma rotina diária. Todo o pessoal, incluindo pesquisadores, estagiários, alunos, pesquisador visitante, além do pessoal administrativo, da manutenção e limpeza devem ter conhecimento do plano e serem treinados (ENVIRONMENT HEALTH AND SAFETY OFFICE, 2005).

Devido a variedade de materiais químicos e tóxicos usados nos laboratórios, existe a necessidade e o desafio de se obter qualidade, com ambientes produtivos, protegidos e seguros para os pesquisadores e demais usuários e funcionários (AGUIAR; DINIZ; VIANNA, 2003). Proteger as dependências de entradas não autorizadas é ponto crítico e importante e deve fazer parte de normas de segurança estabelecidas. Deve ser fixado na porta de acesso um aviso sinalizando o risco, identificando o material manipulado, o nome do pesquisador principal e todos os requisitos necessários quanto aos equipamentos de proteção individual.

Assim sendo, as precauções de segurança devem fazer parte do trabalho de rotina de um laboratório, tal como as técnicas de boas práticas laboratoriais (BPL). As medidas não devem entrar a troca eficiente de materiais de referência, espécimes clínicos e epidemiológicos e informações necessárias à investigação clínica ou de saúde pública, nem tão pouco interferir nas atividades diárias dos cientistas, nem ser um impedimento à investigação. O acesso

legítimo a materiais clínicos e de investigação importantes tem que ser preservado. Todos estes esforços devem ser estabelecidos e mantidos por meio de avaliações regulares de risco, revisão e atualização regular dos procedimentos (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2004).

A concepção de um sistema de barreiras de acesso em uma instituição de pesquisa envolve questões, tais como: Quais salas/laboratórios terão seus acessos bloqueados quando da instalação de uma barreira em uma dada localização? Qual o melhor caminho para chegar a um determinado setor ou quantos caminhos existem para se chegar a um determinado setor? Qual a menor quantidade de barreiras que deve ser instalada para restringir o acesso a uma determinada área? Qual o impacto na acessibilidade de um setor se retirarmos uma determinada barreira. A resposta a estas questões não deve ser baseada apenas na observação visual de mapas, ou baseada no empirismo e na improvisação. Surge, então, a necessidade de um gerenciamento eficiente de sistemas de controle de acesso através de metodologias que permitam realizar análises sobre os planos de ação adotados e as medidas tomadas.

1.2 Sig, Cad

Técnicas de cartografia digital e Geoprocessamento (área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratar a informação geográfica) permitem desenvolver um sistema computacional automatizado, denominado de Sistema de Informação Geográfica (SIG), para efetuar análises espaciais (localização e relação com outros objetos), análise de fluxo e integração de dados de diversas fontes em bancos de dados georeferenciados, isto é, localizados numa superfície (terrestre ou de plantas arquitetônicas) e representados em uma determinada escala. É possível realizar com um SIG análises de localização (onde está?), roteamento (por onde ir?), modelos (o que acontece se...?) que são de interesse neste trabalho. Um SIG permite organizar, gerenciar, relacionar e analisar dados em um contexto espacial, bem como consultar, visualizar e plotar o conteúdo de uma base de dados (CAMARA et al., 1996).

Devido ao seu caráter multidisciplinar, os SIGs têm tido seu emprego ampliado e difundido. Exemplos de aplicativos com base no SIG incluem:

- O gerenciamento de redes de concessionária (água, esgoto) - Com o sistema SIG torna-se possível determinar quais válvulas devem ser acionadas em caso de vazamentos e manutenções na rede de abastecimento e os consumidores que serão atingidos com a manobra (BARROS FILHO, 2005).
- Gestão de transporte coletivo - Com recursos de geoprocessamento, pode-se conhecer os trajetos mais comuns e sua intensidade, possibilitando a definição de roteiros otimizados para a frota, gerando economia de tempo, combustível e de veículos.
- Projeto de vias (rodovias, ferrovias, canais) - É possível realizar estudos de demanda do transporte coletivo ou de carregamento de vias, identificar pontos críticos de acidentes e vias com necessidade de manutenção.
- Saúde pública - A partir de uma base de dados que incorpore dados sócio-econômicos é possível identificar o público alvo para programas de saúde, ou ainda, identificando-se áreas com maior concentração de grupos de interesse, pode-se definir áreas prioritárias para atendimento domiciliar.
- Gestão ambiental - Identificação e monitoramento de uso do solo, desmatamentos, gestão de recursos hídricos.
- Planejamento urbano - Possibilita a construção de uma base cartográfica geoprocessada que identifique a configuração de um município, identificando logradouros, lotes, redes de infra-estrutura, propriedades rurais, estradas, sendo útil, inclusive, para planejamento urbano.

Os sistemas CAD (do inglês, *Computer Aided Design*) são ferramentas computacionais destinadas a auxiliar projetos de arquitetura, engenharia, design e desenhos técnicos em geral. Consiste em uma série de ferramentas para construção de entidades geométricas em duas ou três dimensões. Em grande parte das aplicações de CAD, os desenhos não possuem atributos descritivos ou características das entidades mapeadas (possíveis em SIG), possuem apenas propriedades gráficas (como cor e espessura). Uma outra diferença entre CAD e SIG é que o CAD não incorpora a possibilidade de análises espaciais. Como uma parte de um SIG, os sistemas CAD são bastante utilizados na entrada e conversão de dados, bem como na impressão de mapas.

1.3 Justificativa

O CPqAM, hoje, é constituído de 117 funcionários com contrato de trabalho regido pelo Regime Jurídico Único, e conta com uma força de trabalho estimada de 400 pessoas entre bolsistas, estagiários, colaboradores, terceirizados, além de 160 alunos de pós-graduação, residência, especialização, cursos não regulares e uma média diária de 130 visitantes, além disso o Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami (LIKA), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), utiliza a mesma entrada do CPqAM, dificultando, ainda mais, o controle do fluxo de pessoas, já que possui, em média, 220 pessoas entre pesquisadores, servidores, técnicos, alunos, fora os visitantes.

Considerando a estrutura física atual do CPqAM e o número de pessoas que circulam no Centro, há de se considerar relevante o estudo dos fluxos e acessos às suas dependências, indicando os melhores pontos de barreiras, conhecendo e controlando o acesso e fluxo de pessoas, visando a segurança e o bem-estar de todos que trabalham e freqüentam o CPqAM. Medidas de proteção passam a ter uma conotação muito importante no ambiente de trabalho, principalmente quando nos referimos aos ambientes laboratoriais, tendo em vista a convivência, no mesmo espaço, de pessoas, equipamentos, reagentes, soluções, microorganismos, papéis, livros, etc.

Entre os benefícios adicionais proporcionados por um sistema de controle de acesso, destacamos:

- Redução dos Custos - Um sistema de controle de acesso proporcionará redução de custos operacionais, de fraudes e do uso inadequado de equipamentos.
- Registro de Dados - As informações catalogadas, durante um bom tempo e com total segurança, oferecem condições de se fazer, de forma dinâmica, uma análise crítica do ambiente envolvendo todas as ocorrências. Um bom sistema de controle gera uma série de informações consistentes que possibilitarão a criação de instrumentos de verificação e cumprimento efetivamente garantidos e isentos de manipulações.
- Comportamento - Historicamente está demonstrado que locais bem controlados são mais preservados por seus freqüentadores, os quais passam a se comportar de uma forma mais cautelosa, respeitável e zelosa.

- Agente de Segurança - Um instrumento de controle de acesso passa a transmitir aos frequentadores da Instituição confiança e credibilidade, pois dificilmente este será alvo de entrada furtiva, ou invasão. O fluxo de pessoas fora dos objetivos do trabalho provoca distração, insegurança, perda de rendimento, afetando a gestão da Instituição.

1.4 Hipótese

Os mecanismos de segurança existentes atualmente não são condizentes com o processo de crescimento físico e com as atividades que são desenvolvidas no CPqAM, sendo necessário o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de acesso e circulação

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a situação física atual e propor um protótipo de sistema aplicativo com base em SIG para estabelecer e gerenciar a circulação e acesso no CPqAM.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar a situação física atual do CPqAM identificando pontos críticos;
- b) Utilizar o SIG para realizar análises de fluxos estabelecendo caminhos ótimos e críticos na rede, a partir da planta térrea do CPqAM;
- c) Empregar o SIG visando estabelecer e gerenciar barreiras e credenciamentos para circulação no CPqAM, no que se refere ao pavimento térreo do CPqAM.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo descreve o local do estudo, conceitua aspectos relacionados a ferramenta SIG, aborda os temas de armazenamento de dados, topologia, topologia arco-nó e análise de redes, bem como descreve a construção da rede, referente ao pavimento térreo do CPqAM.

Para consecução dos objetivos propostos a ferramenta adotada foi a construção de um SIG, que é definida por Burrough (BURROUGH, 1986), como sendo um conjunto de ferramentas que permitem coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados espaciais extraídos do mundo real para o uso específico em determinadas situações particulares.

É necessário esclarecer que este projeto será um protótipo, não sendo possível à implementação imediata do estudo realizado, uma vez que o Centro encontra-se em expansão, com reformas já acontecendo e outras previstas para o final do ano, existindo uma dependência da planta definitiva.

3.1 Local do Estudo

3.1.1 Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

O Instituto Aggeu Magalhães, atual Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM) foi fundado em 1950, no Recife, e passou a ser unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) em 1970. Desde então, desempenha um papel estratégico na interconexão dos sistemas de ciência e tecnologia em saúde e tem por missão o enfrentamento dos problemas sócio-sanitários no Nordeste brasileiro. Teve como primeira sede uma casa na Rua do Espinheiro, contando com 6 laboratórios (Parasitologia, Higiene Aplicada, Bioquímica, Imunologia e Microbiologia e Patologia), compatíveis com a especialidade dos pesquisadores, que foram aos poucos sendo incorporados à Instituição (MONTENEGRO, 1997).

Em 1986, o CPqAM passou a funcionar no campus UFPE, ocupando uma área construída de 6.000 m², juntamente com o LIKA, da UFPE, construído no mesmo prédio do CPqAM, por

meio de um convênio, onde a universidade “emprestava” um terreno e em troca a Fundação Oswaldo Cruz se comprometia em construir o prédio que abrigaria o CPqAM e LIKA)¹. A estrutura departamental foi implantada com a organização dos departamentos de Imunologia, Microbiologia, Parasitologia, Patologia e Biologia Celular, Entomologia e do Núcleo de Estudos em Saúde Coletiva (NESC)², bem como alguns serviços administrativos ligados ao Departamento de Administração. Em 2001 o NESC, que funcionava no antigo hospital Pedro II, no bairro da Ilha do Leite no Recife, mudou-se para a sede do CPqAM vindo a somar atividades de pesquisa, ensino e extensão, com seus cursos de residência³, especialização⁴, mestrado⁵, doutorado⁶, além de uma gama de cursos de extensão oferecidos às Secretarias de Saúde municipais e estaduais e outros órgãos ligados à área de saúde pública.

Atualmente, o CPqAM ocupa uma área de 16.251,52 m², sendo 14.173,66 m² de área construída, incluindo o LIKA (bloco A); o bloco B, contendo 2 pavimentos (laboratórios/gabinete); o bloco C, contendo 2 pavimentos (administração, Núcleo de Integrado Tecnológico (NIT) 1 e 2); o bloco D, contendo 2 pavimentos (almoxarifado e Laboratório de Malacologia); o bloco E, contendo 2 pavimentos (biotério e insetário); o bloco F (auditório); o bloco G, contendo 4 pavimentos (recepção, Laboratório de Virologia e Terapia Experimental (LAVITE), Laboratório Nível de Biossegurança 3 (NB3), Setor de Esterilização, NESC, biblioteca); o bloco H, com 3 pavimentos (anexo administrativo, quadra); o bloco M, o prédio do biotério de animais silvestres e áreas destinadas a casa de máquinas (bloco I), subestação (bloco N) e depósito de inflamáveis (bloco J). A planta esquemática do CPqAM é mostrada na Figura 3.1.

Em relação aos laboratórios, uma das maiores preocupações é o controle do fluxo nos mesmos, uma vez que estão localizados em áreas distintas (maioria dos laboratórios no térreo do bloco B, LAVITE e NB3 no bloco G e o NIT, que comporta equipamentos de alto custo com uso compartilhado, no térreo do bloco C). Além disso, o acesso ao LIKA se dá pela mesma recepção do CPqAM, possibilitando o acesso a qualquer parte do CPqAM.

¹ Entrevista com Dr^a Eridan Coutinho em (MONTENEGRO, 1997).

² Criado em 1987.

³ Criado em 1990.

⁴ Criado em 1976.

⁵ Criado em 1996.

⁶ Criado em 2003.

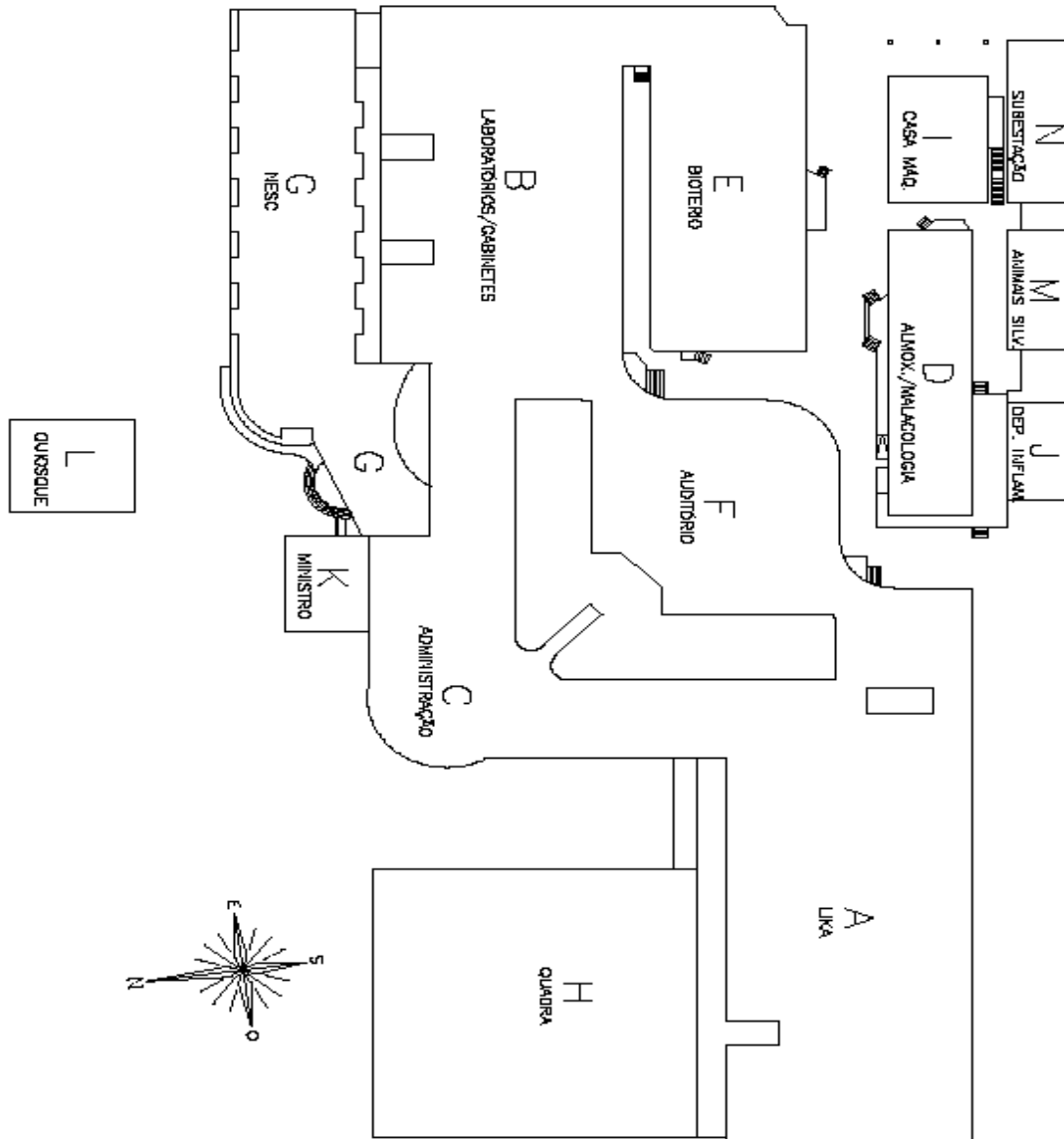


Figura 3.1 - Planta esquemática do CPqAM.

O controle de acesso atual é realizado pelo uso de crachás de identificação que permitem a entrada nas dependências do CPqAM através de catracas eletrônicas, localizadas na entrada principal (recepção). O problema é que, devido a localização da catraca e a falta de controle do fluxo de pessoas, o acesso é possível a qualquer área do CPqAM, inclusive de todos os laboratórios.

Desde maio de 2005 o CPqAM conta com um sistema de câmeras que monitoram áreas internas e externas, contando, no total, com 32 câmeras que ficam ativas 24 horas por dia, ficando as imagens registradas por mais de 40 dias, quando novos registros são gravados por cima dos anteriores. Além disso, O CPqAM possui um sistema de monitoramento eletrônico de vigilância, em atividade desde 2002, com sensores espalhados em alguns pontos estratégicos, tais como: almoxarifado (incluindo depósito de inflamáveis), acesso aos laboratórios, biblioteca, direção, corredor de acesso ao 2º pavimento do bloco B (gabinetes dos pesquisadores), setor de informática, sala do microscópio eletrônico e LIKA.

3.1.2 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional do CPqAM (ilustrada no organograma da Figura 3.2) é composta do conselho deliberativo, diretoria, 5 serviços de apoio administrativo, núcleo de planejamento, assessoria de comunicação, coordenação de pós-graduação, biotério, LAVITE e 6 departamentos que realizam as atividades fins de pesquisa, ensino e extensão. O laboratório NB3, recentemente criado, ainda não está incorporado na estrutura organizacional. É necessário esclarecer que atualmente toda a FIOCRUZ está em processo de reestruturação organizacional, inclusive já tendo sido aprovada a mudança de denominação dos Centros de Pesquisa que agora volta a se chamar Instituto.

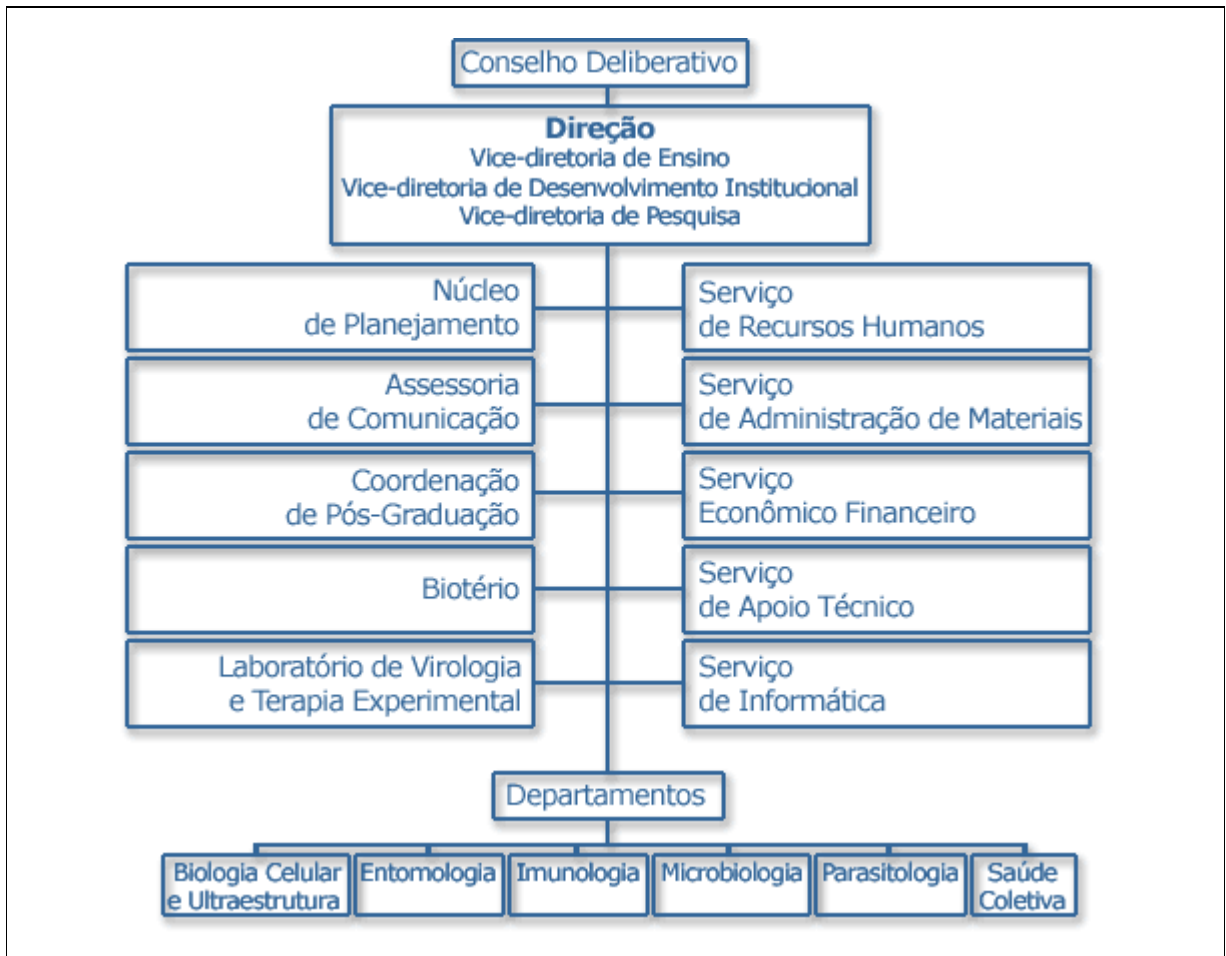


Figura 3.2 - Estrutura Organizacional do CPqAM.

Os laboratórios que compõem cada departamento do CPqAM estão descritos a seguir:

Departamento de Biologia Celular e Ultraestrutura.

Departamento de Entomologia:

- Laboratório de Fisiologia de Insetos;
- Laboratório de Controle de Vetores.

Departamento de Imunologia:

- Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular;
- Laboratório de Imunopatologia;
- Laboratório de Imunoepidemiologia;
- Laboratório de Imunoparasitologia;
- Biotério NA3 para animais silvestres.

Departamento de Microbiologia:

- Laboratório de Microbiologia Clínica e Molecular;
- Laboratório de Peste – Serviço de Referência de peste.

Departamento de Parasitologia:

- Laboratório de Esquistossomose;
- Laboratório de Leishmaniose;
- Laboratório de Mutagênese;
- Laboratório de Filariose;
- Laboratório de Doenças Transmissíveis;
- Malacologia;
- Serviço de Referência em Filariose;
- Serviço de Referência em Esquistossomose.

Departamento de Saúde Coletiva – Núcleo de Estudos em Saúde Coletiva / NESC
(laboratórios que não manipulam agente patogênico):

- Laboratório de Apoio a Municipalização da Saúde;
- Laboratório de Saúde, Ambiente e Trabalho;
- Laboratório de Análise de Sistema de Informações em Saúde;
- Laboratório de Métodos Quantitativos;
- Observatório de Recursos Humanos.

3.2 Sistemas de Informação Geográfica

Os SIGs, utilizando instrumentos computacionais, permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados.

Devido a ampla gama de aplicações dos SIGs, que inclui temas como cobertura vegetal, cartografia, cadastro urbano, redes de concessionárias (água, energia e telefonia) e análise de situação de saúde, segurança, há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG na análise dessas questões (CÂMARA, 1995):

- Como ferramenta para produção de mapas – geração e visualização de dados espaciais;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos – combinação de informações espaciais;
- Como um banco de dados geográficos – com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Estas três visões do SIG são antes convergentes que conflitantes e refletem a importância relativa do tratamento da informação geográfica dentro de uma instituição.

O SIG permite, ainda, a integração de informações provenientes de vários ambientes (CAD, sensoriamento remoto, gerenciamento de dados e cartografia computacional), conforme ilustra a Figura 3.3.

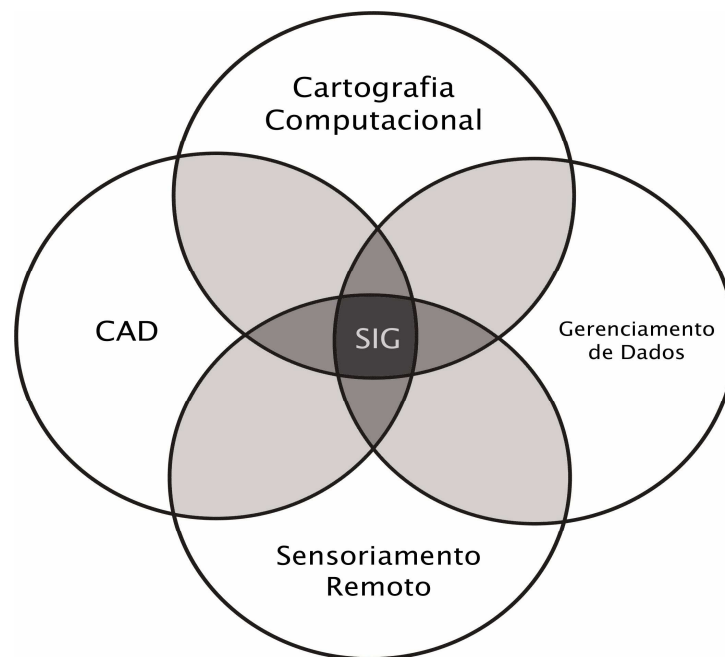


Figura 3.3 – Ambiente de integração de um SIG

3.2.1 Estrutura Geral de um SIG

Segundo Câmara (1995), numa visão abrangente, pode-se considerar que um SIG tem os seguintes componentes (ver Figura 3.4):

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos);
- Análise de dados.

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo do usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise e saída). No nível mais interno, um sistema de gerência de banco de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

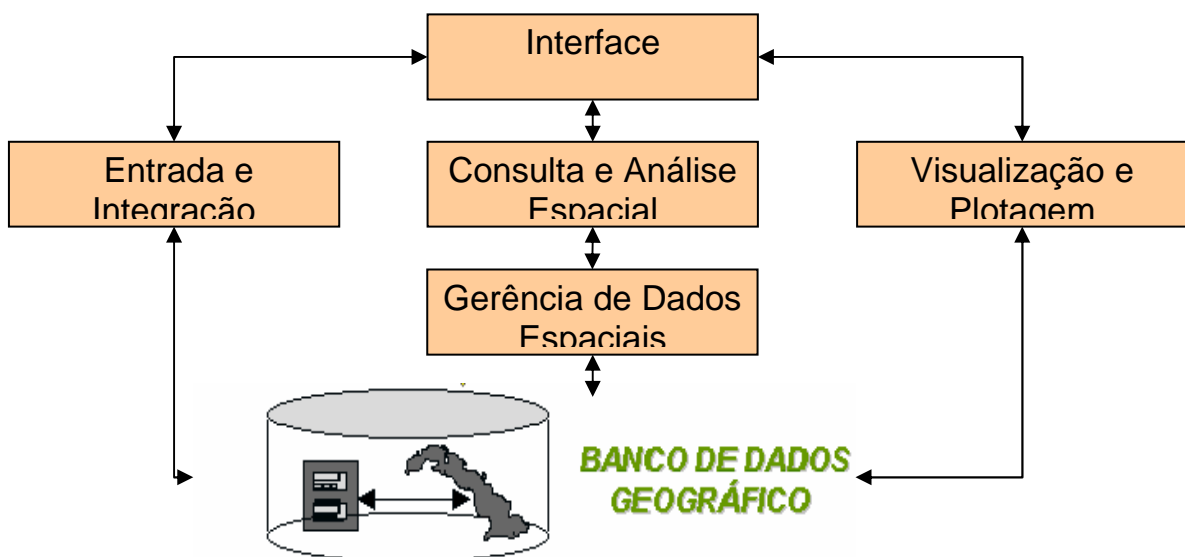


Figura 3.4 - Componentes de um SIG.

A entrada de dados pode ser feita através de imagens de satélite, aplicação de questionários e plantas digitalizadas em CAD. Os dados de um SIG são geralmente organizados sob a forma de um banco de dados geográficos. O gerenciamento dos dados propicia uma rápida e eficiente recuperação/inserção das informações, enquanto a consulta e análise permitem a localização de uma entidade e a listagem de seus atributos, atualização dos dados, cálculos de áreas, perímetro e distâncias, e cálculos estatísticos, etc.

A definição de um SIG pode ser dividida em três categorias de acordo com as possíveis aplicações desta tecnologia (BURROUGH, 1986):

- Baseadas em ferramentas: um SIG é um poderoso conjunto de técnicas e procedimentos capazes de coletar, armazenar, transformar, analisar e exibir dados espaciais do mundo real.
- Baseadas em bancos de dados: um SIG é um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais.
- Baseada em estruturas organizacionais: um SIG é um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente em um ambiente de respostas a problemas.

Ao trabalhar com relações espaciais ou lógicas (objetos com propriedades: localização e relação com outros objetos, além de relações topológicas), os SIGs não são meras ferramentas descritivas, mas podem traçar cenários e fazer simulações. Segundo Aronoff (1989) um dado espacial representa um objeto em termos de sua posição geográfica em relação a um sistema de coordenadas, seus atributos, suas relações espaciais (determinadas pela topologia) e o tempo. Os atributos armazenam características das entidades mapeadas provendo maiores informações descritivas, por exemplo, a relação de equipamentos de um laboratório de pesquisa, o nome do chefe do laboratório, níveis de biossegurança. Por permitir acesso a ambos os dados (espaciais e atributos), ao mesmo ou dados provenientes de uma planta em CAD, o SIG possibilita buscar um dado atributo e relacioná-lo com o dado espacial e vice-versa.

3.3 Armazenamento de Dados

Os SIGs armazenam os dados espaciais em Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD). Estes devem possuir três requisitos importantes (LAURINI, 1992): eficiência (acesso e modificações de grandes volumes de dados); integridade (controle de acesso por múltiplos usuários); e persistência (manutenção de dados por longo tempo,

independentemente dos aplicativos que acessam o dado). O uso de SGBD permite ainda, realizar com maior facilidade, a interligação de banco de dados já existentes com o SIG. As informações capazes de serem extraídas de um SGBD dificilmente podem ser obtidas examinando-se apenas a parte gráfica dos dados, ou seja, mapas contidos em um SIG. Informações complementares não espaciais podem ser utilizadas por um SIG para possibilitar novas formas de apresentação e análise de dados.

O desenvolvimento de um SIG pode envolver a integração de dados de múltiplas fontes, com precisão, escala, estrutura geométrica e outras características variadas. O conhecimento em relação a qualidade dos dados coletada é crucial, pois permite aos projetistas tomarem decisões válidas acerca de sua utilização de acordo com a sua finalidade. O ambiente computacional de um SGBD com aplicações em Geoprocessamento deve:

- Integrar dados cartográficos, cadastrais, de sensoriamento remoto, de modelos numéricos e CAD.
- Consultar, recuperar, visualizar, manipular e plotar o conteúdo de um banco de dados geo-referenciado.

Existem duas estruturas de representação dos dados espaciais: matricial e vetorial. A estrutura matricial representa a entidade do mundo real através de uma grade regular constituída de células ou *pixels* (*picture element*), onde cada célula contém um valor único.

Na estrutura vetorial, as entidades são representadas por pontos, linhas e área (ou polígonos). A posição de cada objeto é definida e localizada utilizando-se um sistema de coordenadas cartesianas (X, Y). Na estrutura vetorial os pontos abrangem todas as entidades geográficas que podem ser perfeitamente posicionadas por um único par de coordenadas X e Y, as linhas representam uma série de coordenadas X e Y conectadas e a área representa o fechamento de uma série de pontos e linhas (ARRONOFF, 1989). Além das coordenadas dos pontos que compõem a linha, devem-se armazenar as informações que indiquem de que tipo de linha se está referindo, ou seja, a que atributo ela está associada (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

3.4 Topologia

Topologia é o método matemático usado para definir relações espaciais (ARONOFF, 1989). No processo de geração da topologia, as coordenadas dos nós, arcos e polígonos são armazenados em tabelas que instruem o computador sobre o relacionamento destas entidades, possibilitando a formulação de algoritmos na resolução de problemas. Uma rede lógica é uma coleção de nós, arcos e polígonos, com objetivo de armazenar informação sobre conectividade dos nós junto com certos atributos.

A Figura 3.5 mostra um exemplo de armazenamento de dados com a topologia (MOREHOUSE, 1992). A Tabela 3.1 contém, para cada arco, seu nó inicial e final e quais os polígonos que estão à direita e à esquerda do arco.

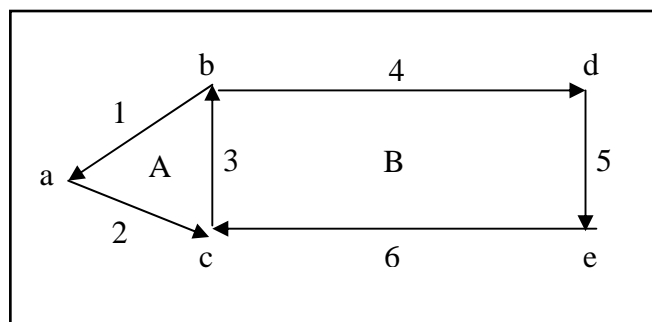


Figura 3.5. - Armazenamento com topologia.

Tabela 3.1 - Topologia arco-nó.

ARCO	NÓ INICIAL	NÓ FINAL	POLÍGONO A ESQUERDA	POLÍGONO A DIREITA
1	b	a	A	Universo
2	a	c	A	Universo
3	c	b	A	B
4	b	d	Universo	B
5	d	e	Universo	B
6	e	c	Universo	B

3.5 Topologia Arco-Nó

A topologia arco-nó é um método de armazenamento usado em aplicações que são baseadas em estruturas de rede, como por exemplo, redes de abastecimento de água, luz e telefone, vias públicas. Um nó pode ser definido como o ponto de intersecção entre duas ou mais linhas, correspondente ao ponto inicial ou final de cada linha. Nenhuma linha poderá estar desconectada das demais para que a topologia da rede possa ficar totalmente definida (CÂMARA; MEDEIROS, 1998). Os elementos da rede são armazenados em formato vetorial, onde os arcos podem ou não ser direcionados, e estão associados a atributos, tais como: distância, capacidade de fluxo. Similarmente, os nós são associados a derivações, equipamentos, etc.

Um sistema de controle de acesso pode ser representado através de uma topologia arco-nó em que os arcos representam os corredores e os nós representam as portas das salas/laboratórios, as catracas, dentre outros. Esta forma de representação gráfica é transferida para a forma de representação matemática, que por sua vez, é utilizada na formulação de algoritmos. A Tabela 3.2 apresenta os elementos de maior importância na alocação de barreiras de acesso e como estes devem ser representados na topologia arco-nó.

Tabela 3.2. - Elementos básicos de um Sistema de Controle de Acesso.

Representação	Elemento
Arco	Corredor
Nó	Portas de salas/laboratórios
Nó	Barreiras/catraca
Nó	Recepção
Nó	balcões
Nó	escadas
Nó	elevadores
Polígono	Área de cobertura da barreira

3.6 Atributos

No ambiente de um SIG as entidades do mundo real podem ser didaticamente descritas por atributos espaciais, temporais e temáticos.

Os atributos espaciais guardam informações sobre localização, topologia e geometria das entidades. A localização é registrada em coordenadas geográficas, coordenadas de projeção ou coordenadas retangulares com uma origem local. A topologia contém informações sobre vizinhança, distância; a geometria contém informações sobre área, perímetro, forma. A tecnologia atual de Sistemas de Informação Geográfica permite a geração de topologia e geometria a partir dos dados de localização (BARBOSA, 1997).

Os atributos temporais referem-se à idade do objeto de estudo, à data ou à frequência de aquisição. Os atributos temáticos referem-se a outras propriedades das entidades, que não são de localização nem temporais. Os atributos temporais e os temáticos são também conhecidos como atributos não-espaciais ou atributos descritivos (BARBOSA, 1997).

3.7 Banco de Dados Geográfico

Em SIG, Banco de dados geográfico pode ser definido como o conjunto de dados espaciais e seus atributos, organizados de forma adequada para operações de inserção, busca, edição e análise espacial (TEIXEIRA; CHRISTOFOLETTI, 1997).

Os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenarem dados relacionados com a localização das entidades, além dos dados alfanuméricos. Um banco de dados convencional poderia ser transformado em um banco de dados geográficos, se, por exemplo, contivesse um outro arquivo associado a uma localização geográfica (MEDEIROS; PIRES, 1998).

Um repositório de dados de qualquer natureza é denominado de banco de dados. Quando os dados existentes neste repositório são geográficos, denomina-se banco de dados geográfico.

Na forma digital, os dados podem ser representados por imagens de sensoriamento remoto, grades regulares de pontos, grades triangulares, além de tabelas e mapas.

3.8 Redes

Uma aplicação comum em SIG consiste em realizar análise de redes, cujo conceito denota informações associadas a tipos de dados referentes a serviços de utilidade pública (tais como água, luz e telefone), redes de drenagem (bacias hidrográficas) ou malha viária. Cada objeto geográfico (como, por exemplo: um cabo telefônico, transformador de rede elétrica ou cano de água) possui uma localização geográfica exata e está associado a atributos descritivos, presentes no banco de dados. As informações gráficas de redes são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó. Cada arco (ligação entre dois nós) representa, dependendo da aplicação, canos, fios, corredores e tem um sentido de fluxo. Os nós (representam elementos da rede que recebem ou emitem o fluxo, tais como, registros, transformadores) têm atributos. A topologia de redes constitui um grafo, armazenando informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas (nós) distintas. Essas características determinam o tipo de recurso e as condições sobre a qual esses recursos podem ser transportados (ARONOFF, 1989). Por exemplo, algumas ruas são de sentido único, algumas são fechadas para caminhões, além de possuírem diferentes limites de velocidade. Podemos construir redes que servem para uma infinidade de aplicações, com, por exemplo: otimização de rotas de emergência para ambulância, bombeiro e veículos de polícia, rotas para transporte urbano, ônibus escolares e recolhimento de lixo.

Uma rede é um conjunto de características lineares interconectadas que formam um padrão ou estrutura. Redes possuem propriedades únicas que requerem funções especiais de análise. Uma análise de rede geralmente envolve quatro componentes (ARONOFF, 1989):

1. Um grupo de recursos (os meios);
2. Uma ou mais localizações, onde os recursos estarão localizados;
3. Um objetivo;
4. Uma série de restrições que ponham limites em como os objetivos serão cumpridos.

Podemos subdividir as redes em duas categorias: redes de transporte e de utilidade pública. Em uma rede de utilidade pública, os recursos (água, energia) são canalizados até serem entregues ao cliente. No caso de redes de transporte, carros e trens, por exemplo, são objetos autônomos que podem mover-se livremente (ARONOFF, 1989).

Uma rede de utilidade pública é útil para estabelecer, por exemplo, direção de fluxos dos recursos, redirecionar fluxos, identificar partes isoladas da rede ou ainda, localizar instalações que sirvam a um conjunto de clientes.

Uma rede de transporte desempenha tarefas como, por exemplo, calcular o menor caminho entre dois pontos, definir a melhor rota para a visita a clientes, definir uma rota eficiente para recolhimento de lixo, despachar a ambulância mais próxima ao local de um acidente.

O trabalho proposto pode ser caracterizado como uma variante da abordagem para uma rede de transporte, visto que o sentido do fluxo de pessoas não pode ser direcionado.

3.9 Modelagem de Dados

A modelagem do mundo real compreende a modelagem tanto de dados como de processos, e envolve a seleção, abstração e generalização de entidades de interesse do usuário (MEDEIROS; PIRES, 1998).

Na modelagem, as construções de entidades, atributos e relacionamentos são fundamentais.

- Entidades são pessoas, objetos ou funções sobre as quais uma organização quer manter informações. No presente trabalho essas entidades são salas, departamentos, laboratórios (representadas na planta baixa do pavimento térreo do CPqAM disponível em CAD);
- Atributos são as propriedades relacionadas com as entidades. No caso deste trabalho, um exemplo de atributo seriam as informações relacionadas a uma sala, como por exemplo: o responsável, sua localização;
- Relacionamentos descrevem como as entidades se relacionam umas com as outras, sendo representado neste trabalho pela construção da rede.

3.10 Construção e Análise da Rede do CPqAM

3.10.1 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada através da planta geral do pavimento térreo do CPqAM (disponível em CAD), em meio digital e analógico, visitas a algumas salas e espaços identificados na planta, bem como através de contatos com alguns chefes de departamentos ou responsáveis por determinadas salas.

Na visita a alguns ambientes, constatamos que algumas portas identificadas na planta térrea estavam bloqueadas, tornando esta porta inativa, o que possibilita a exclusão desse ponto, como acesso, no estudo proposto.

3.10.2 Construção da Rede

Inicialmente foi necessário converter o arquivo *.DWG do AutoCAD (contendo a planta do pavimento térreo, disponibilizada pela área de projetos do CPqAM), para o software ArcView 3.2 (FERREIRA, 2006). A partir da estrutura inicial do AutoCAD, visualizada no ArcView, e levando-se em consideração as informações coletadas através de visitas a algumas salas, foram digitalizadas as linhas e pontos que formam a rede a ser trabalhada. Os pontos criados no ArcView representam toda forma de acesso a alguma sala ou ambiente. Esses pontos, que mais adiante serão identificados como nós, foram considerados como uma barreira natural ou dificuldade à entrada para determinado ambiente ou área de uso comum, como por exemplo, o auditório e o restaurante. Devido a essa definição; portas, catraca, escadas de acesso ao pavimento superior, elevador, portões e balcões (recepção e almoxarifado) foram representados como pontos. As linhas por sua vez representam os caminhos da rede a ser construída.

A princípio, toda a área térrea visualizada na planta seria estudada, porém ao digitalizar os pontos e linhas, verificou-se que a área térrea referente à quadra poliesportiva e ao Núcleo de Saúde do Trabalhador (NUST) (bloco H, conforme Figura 3.1) não possui uma conectividade

(item indispensável para a análise da rede) por estarem localizadas na área externa do CPqAM, sendo necessário traçar caminhos para conectar a rede interna do CPqAM a essa área. Apesar da quadra ser uma possibilidade de acesso às dependências do CPqAM devido a existência de uma escada que dá acesso ao pavimento superior, esse trabalho não contempla o estudo do pavimento superior. Sendo assim, decidiu-se eliminar esta área do estudo da rede (bloco H).

Com a estrutura de linhas e pontos desenhados é necessário convertê-la em uma estrutura topológica. Devido ao fato do software ArcView não trabalhar com topologia, foi necessária a conversão da extensão Shapefile (extensão trabalhada no ArcView) para a extensão Network Dataset do software ArcGis. Durante a conversão, é definido um atributo da rede (custo), cujos valores são expressos pelo comprimento de cada arco. A rede é o resultado desta conversão e, a partir dela, é possível realizar as análises propostas.

A análise propõe utilizar algumas ferramentas, disponibilizadas no ArcGis, através da extensão Network Analyst, que possibilita simular condições reais de fluxos em uma rede, proporcionando resolver alguns problemas, como por exemplo, delinear o percurso entre dois pontos ou determinar os fluxos que encontram-se sob influência de barreiras, quando da aposição das mesmas. Para que essas análises possam ser efetuadas cada ferramenta cria uma camada de análise para não modificar a rede criada.

Ilustramos na Figura 3.6 as etapas seguidas para construção da rede do CPqAM.

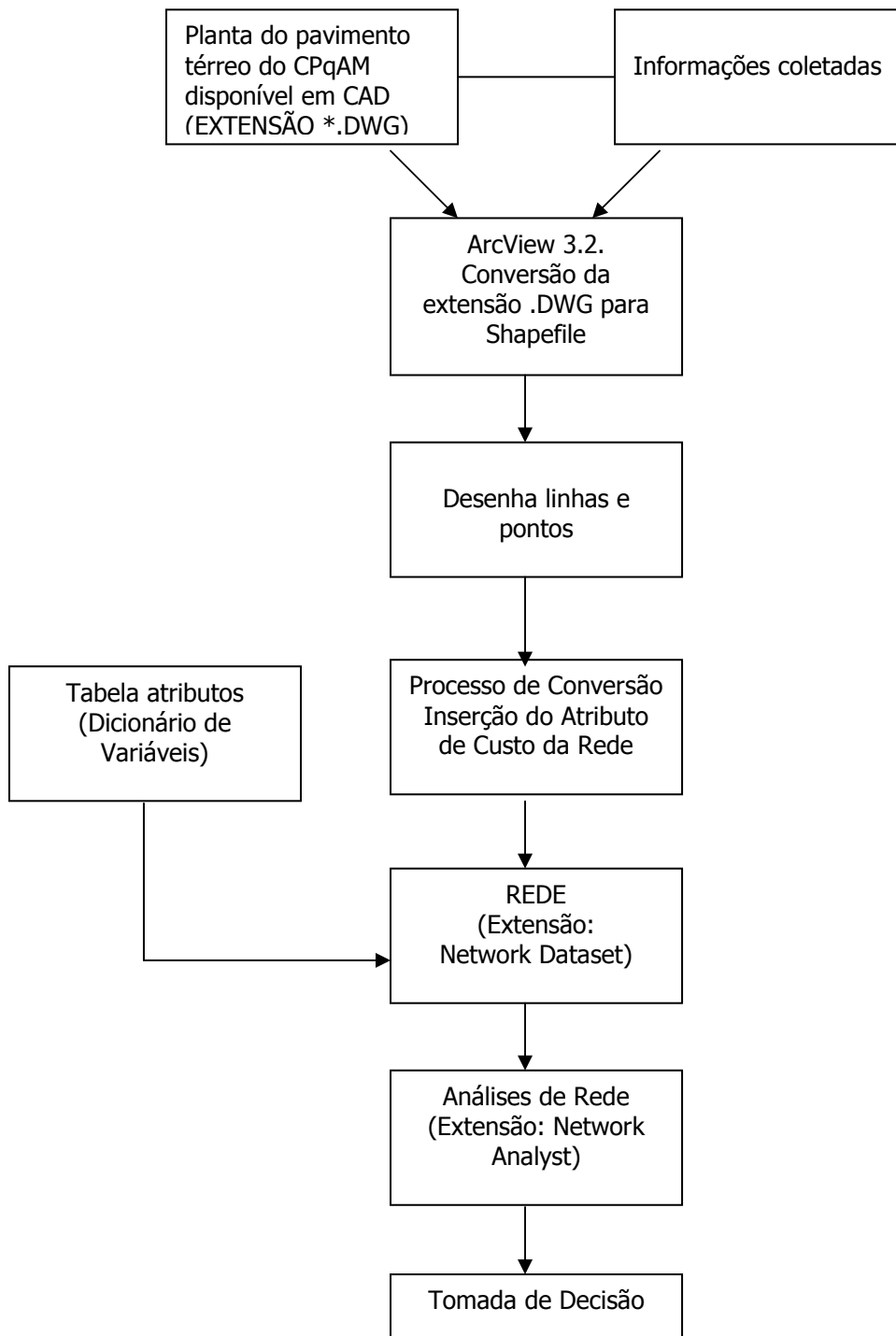


Figura 3.6 – Etapas para construção da rede do CPqAM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo ilustra os resultados da criação da rede do pavimento térreo do CPqAM, bem como a utilização das ferramentas de análise de redes disponibilizadas no ArcGis. Devido ao estudo proposto estar sendo realizado dentro de uma instituição de C&T, o foco principal do trabalho são as áreas laboratoriais (térreo bloco B, G e E, da Figura 3.1, Seção 3.1, Subseção 3.1.1 e Figura 3.1). Com a estrutura da rede pronta, utilizando ferramentas de análise, abordaremos questões relevantes em relação aos fluxos, acessos, colocação de barreiras e áreas protegidas.

4.1 Construção da Rede do CPqAM

Conforme descrito no capítulo anterior, a conversão do arquivo *.DWG do AutoCAD para o software ArcView 3.2 permitiu a construção de linhas e pontos que formam a geometria da rede do pavimento térreo do CPqAM a ser trabalhada. A Figura 4.1 ilustra o início desta construção, com 4 (quatro) pontos e 3 (três) linhas conectadas aos pontos. Os pontos ilustrados na Figura indicam a entrada principal, recepção e catracas de acesso às dependências do CPqAM.

Por medida de segurança, quando estivermos tratando da localização de um departamento ou sala, os mesmos não serão citados nominalmente, sendo tratados por códigos, definidos como: ponto A e ponto B.

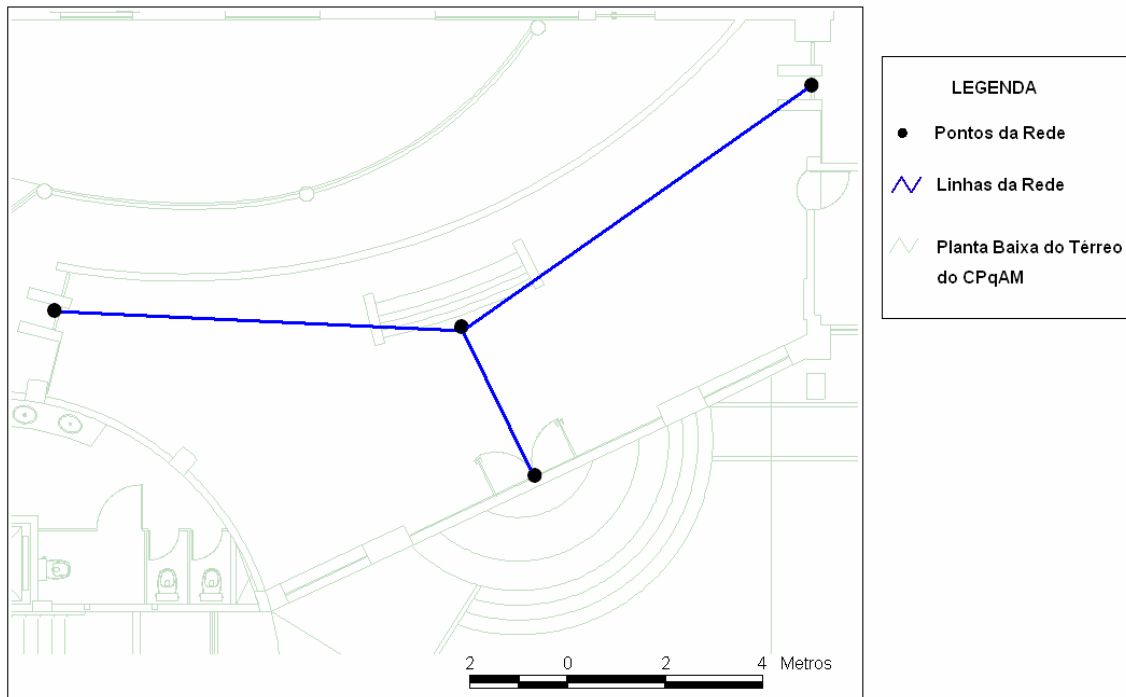


Figura 4.1 - Início da construção da geometria da rede com 4 pontos e 3 linhas.

No processo de construção da geometria da rede, ao se analisar a planta térrea do CPqAM, constatou-se que haviam portas inativas e que neste caso não foram consideradas, além de portas que davam acesso a corredores no qual continham salas. Neste caso preferiu-se colocar pontos na porta de cada sala e não no acesso ao corredor que dá acesso às salas (por exemplo: porta que dá acesso ao corredor que dá acesso à sala de antígenos, radioativos e sala de drogas). Em algumas áreas, principalmente nos laboratórios, foi identificado que uma porta dá acesso a outras salas, porém pertencente ao mesmo departamento. Nesse caso foi considerado como ponto de acesso apenas a porta ou as portas que permitem a entrada ao departamento como um todo, uma vez que a possibilidade de entrada e saída se dá exclusivamente pelo(s) ponto(s) identificado(s). Em relação à construção das linhas, a preocupação é que elas estejam conectadas com todos os pontos, demonstrando quais seriam os caminhos percorridos entre os acessos. No caso de alguns Departamentos de pesquisa, um mesmo ambiente pode agregar várias salas (representadas por laboratórios) de um mesmo Departamento. Neste sentido, estabelecemos como nós de acesso àqueles que indicavam a entrada e saída do departamento como um todo, não considerando o fluxo interno.

A Figura 4.2 ilustra esta informação, onde os dois pontos na cor rosa indicam o acesso a um departamento, definido como ponto A, e as linhas verdes demarcam os limites do mesmo departamento, demonstrando que não há outra entrada ou saída possível. O destaque em

vermelho demonstra que é possível circular internamente pelo departamento como um todo, mas independente do fluxo interno, a entrada e saída ocorre pelo(s) mesmo(s) ponto(s) de acesso.



Figura 4.2 - Pontos de acesso e linhas dentro de ambiente com mais de uma sala.

Em seguida é apresentada uma seqüência de quatro Figuras (4.3, 4.4, 4.5 e 4.6) onde é ilustrada a evolução do processo de construção da geometria da rede. No estágio ilustrado na Figura 4.3, todos os pontos que representam acesso a algum ambiente foram demarcados. Os estágios 2 e 3, Figuras 4.4 e 4.5 respectivamente, apresentam algumas correções em relação a alguns pontos e linhas. Finalmente, o estágio final da geometria da rede é apresentado na Figura 4.6. Esta representa a estrutura da planta térrea do CPqAM a ser estudada, composta por linhas e pontos que identificam acesso, levando em consideração sua conectividade. Sendo assim, como é possível observar na Figura 4.6, a área relativa à quadra poliesportiva e ao NUST (bloco H, conforme figura 1.1) foram excluídas do estudo.

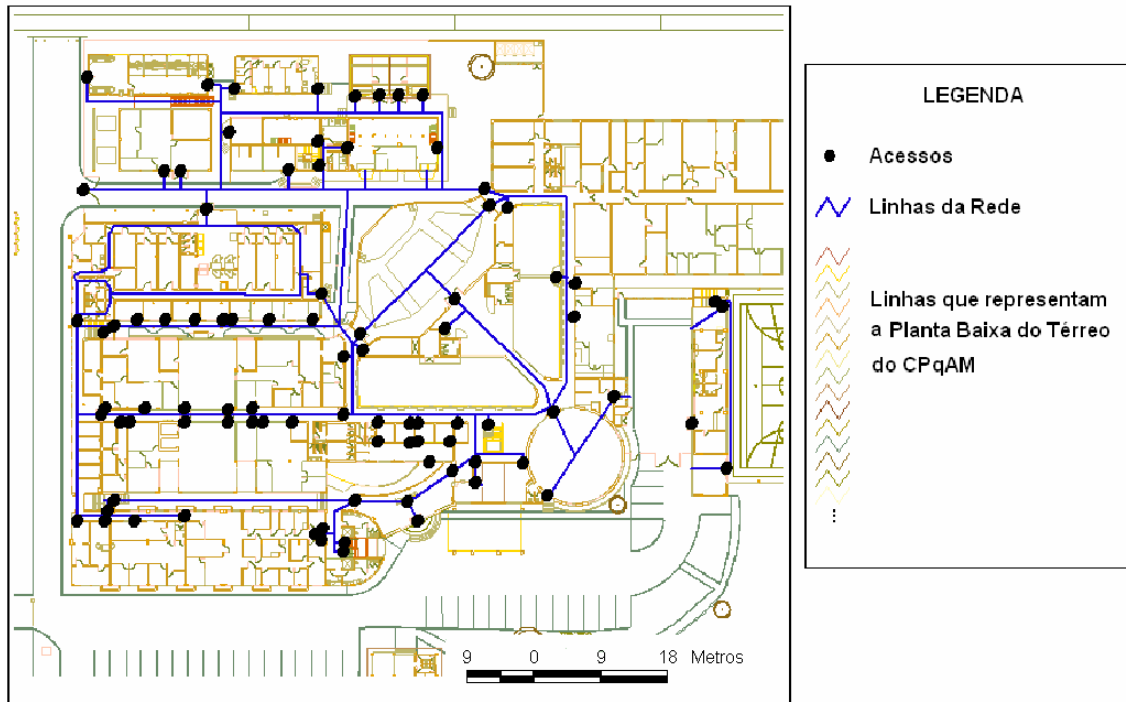


Figura 4.3 - Estágio 1 da geometria da rede.

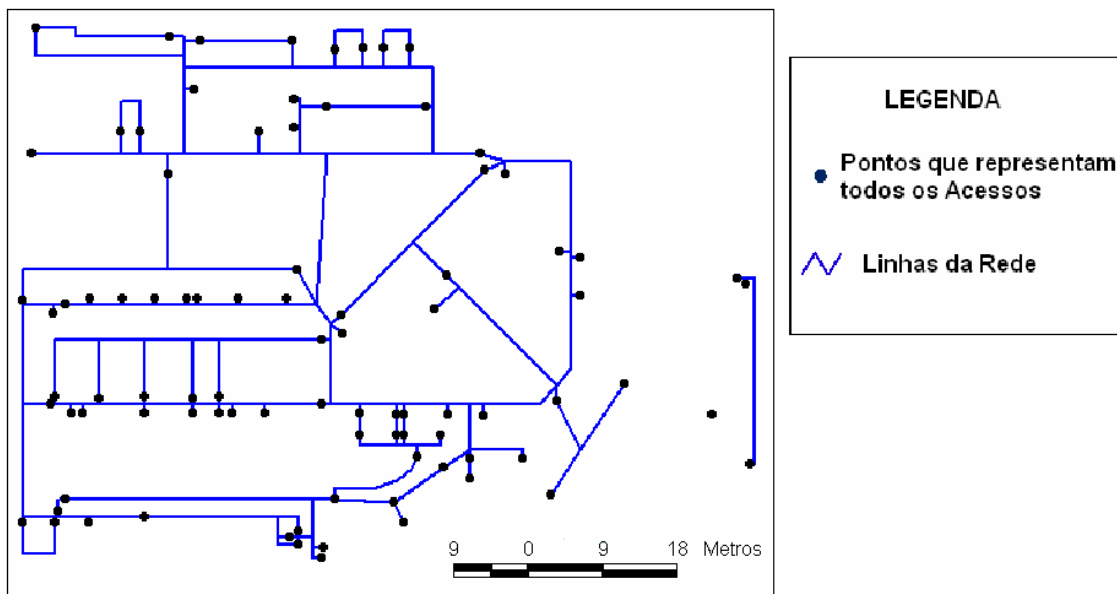


Figura 4.4 - Estágio 2 da geometria da rede.

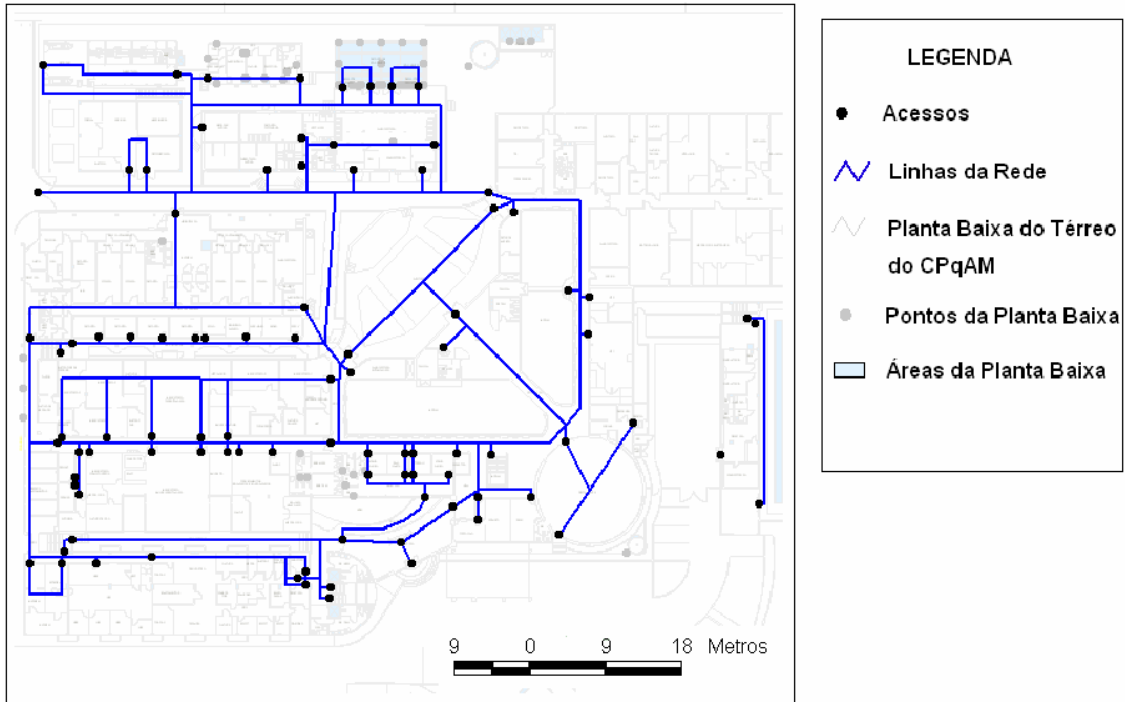


Figura 4.5 - Estágio 3 da geometria da rede.

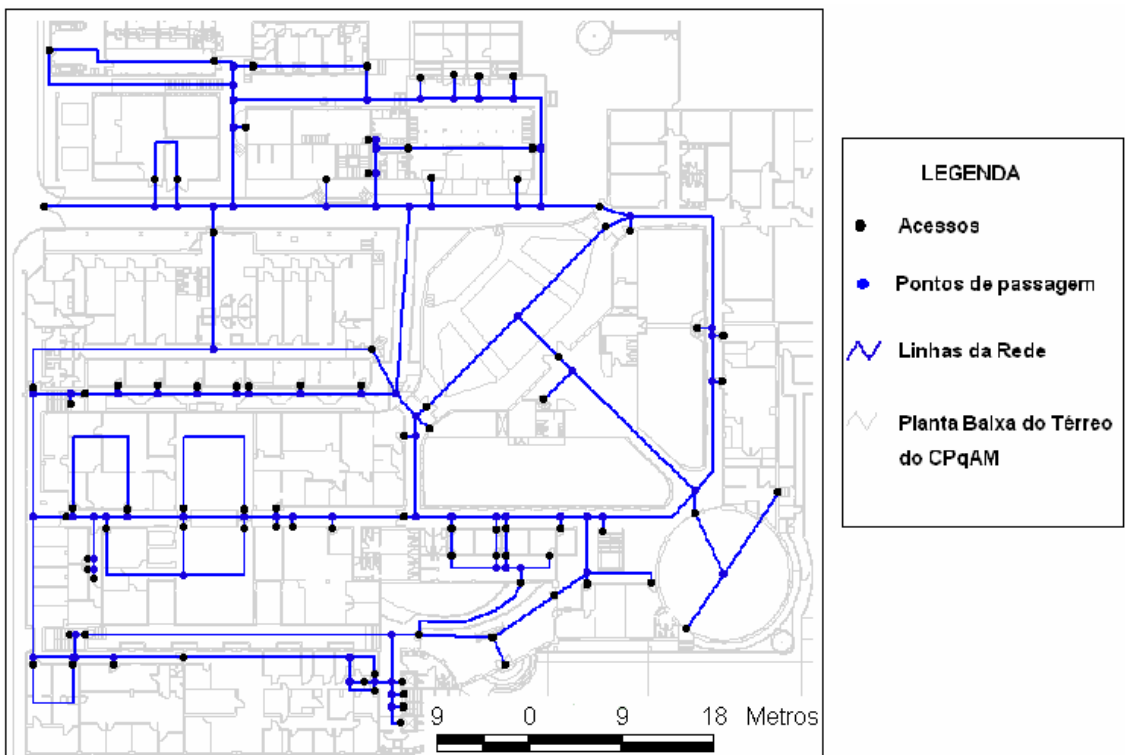


Figura 4.6 – Estágio final da geometria da rede.

A próxima etapa do trabalho consistiu na conversão dessa estrutura de linhas e pontos (trabalhada no ArcView com extensão Shapelifé) para a extensão Network Dataset do software ArcGis. Esta conversão é necessária uma vez que o software ArcView não trabalha com topologia, sendo necessário converter as linhas em arcos e nós, para que as análises propostas fossem realizadas nesta rede.

No processo de conversão, são configuradas todas as informações necessárias para se gerar a rede. Conectividade, definição do fluxo e inclusão dos atributos da rede são algumas das informações essenciais solicitadas.

No trabalho proposto, a conectividade foi garantida a partir das coordenadas, onde a posição final da linha coincide com a posição inicial de outra linha. O fluxo foi definido como livre, já que para a rede proposta não se deve determinar direção (sentido de fluxo). Em relação aos atributos da rede (custo, descrição, restrição e hierarquia) apenas o atributo custo foi utilizado, caracterizado pelo comprimento do arco, cuja unidade de medida é expressa em metros, o que possibilita saber a distância do arco entre dois nós.

Na construção da geometria da rede, a preocupação foi considerar pontos que indicam acesso e as linhas foram desenhadas garantindo conectividade. Quando a conversão da estrutura vetorial para a estrutura de rede foi realizada, obrigatoriamente, todos os nós contidos na rede são gerados, ou seja, essa rede é composta pelos nós de acesso (na geometria da rede eram pontos de acesso) mais os nós que representam início e fim de arco (Figura 4.7).

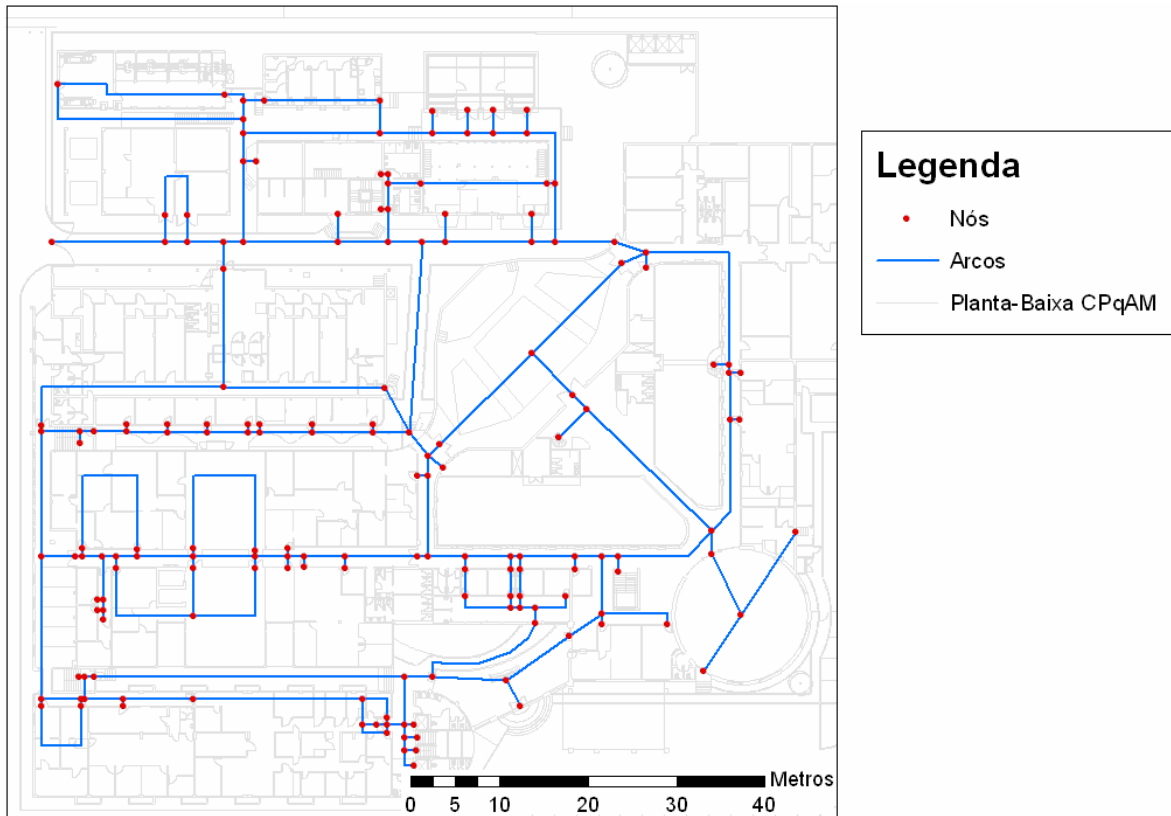


Figura 4.7 - Apresentação dos nós.

As relações topológicas de vizinhança do nó ou arco selecionado (ou identificado) possibilitam o conhecimento e visualização dos arcos ou nós que são vizinhos a estes. Essas relações são visualizadas nas Figuras 4.8 e 4.9.

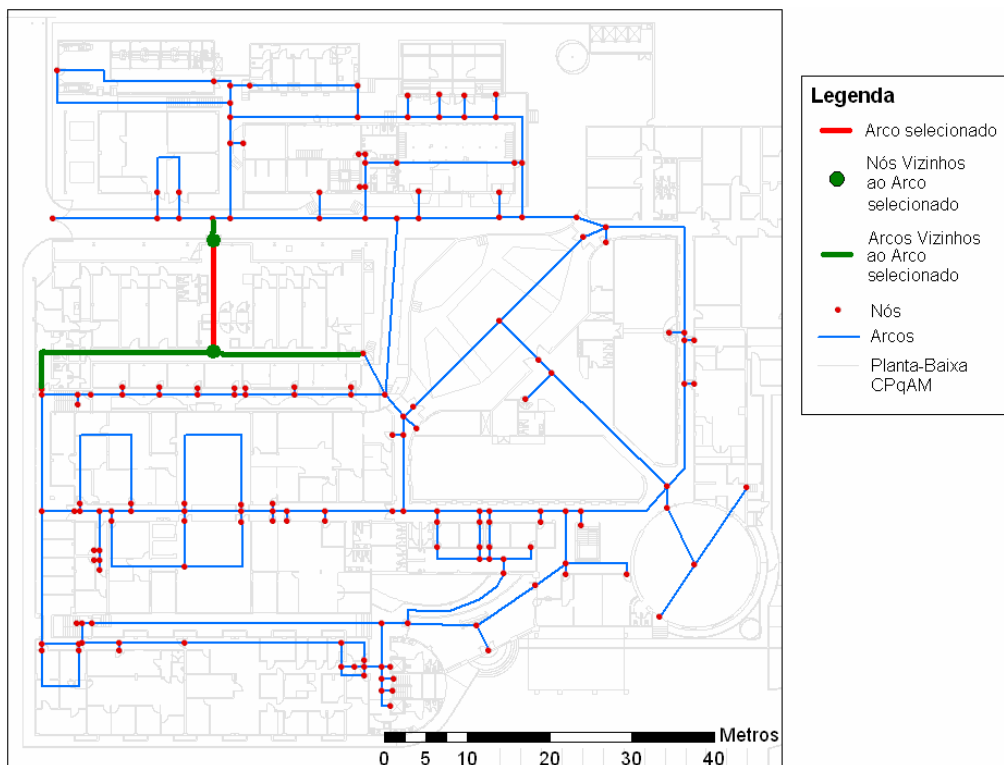


Figura 4.8 - Identificação dos arcos.

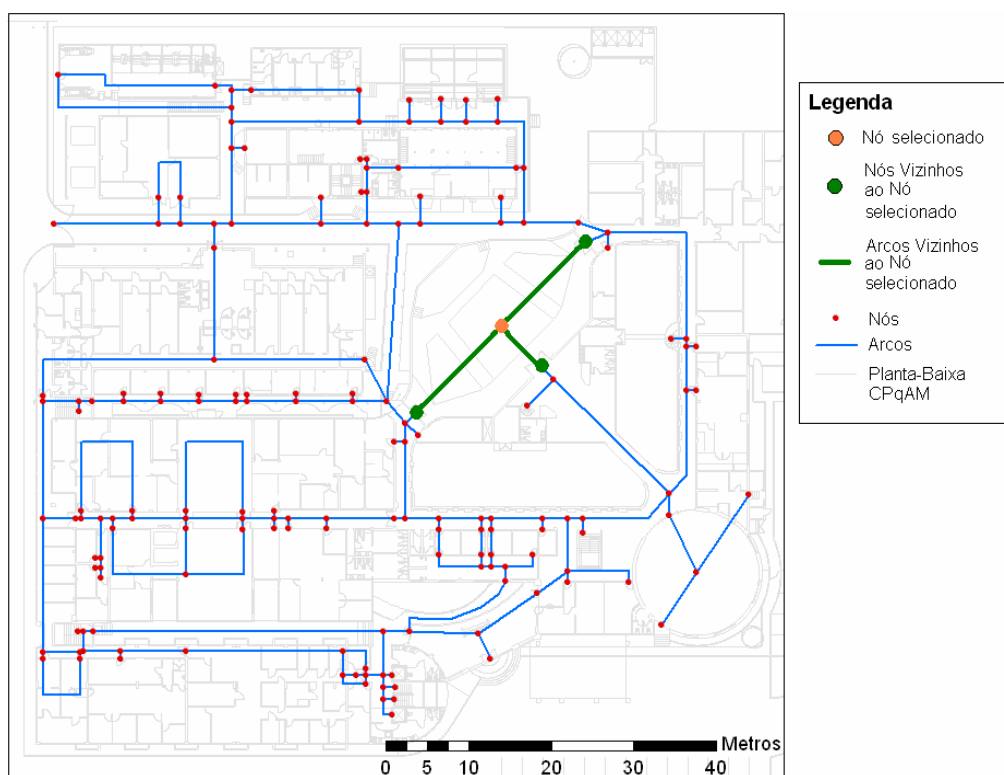


Figura 4.9 - Identificação dos nós.

4.2 Construção da Tabela de Atributos

Paralelamente à construção da geometria da rede, foi construída uma tabela que contém informações em relação aos nós que fazem parte da rede. Construiu-se uma tabela contendo um grupo de 12 atributos para cada nó, representados pela coluna VARIÁVEL, conforme ilustra a Tabela 4.1. Esta tabela fornece a descrição e o domínio de cada variável utilizada para descrever cada atributo.

Tabela 4.1 – Dicionário de Variáveis.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	DOMÍNIO
COD	CÓDIGO IDENTIFICADOR DO ACESSO	3 CARACTERES
ACESSO	NOME DO ACESSO	“- (PASSAGEM)”; 20 CARACTERES
DESCRIÇÃO	DESCRIÇÃO DO ACESSO	200 CARACTERES
TIPO	TIPO DE ACESSO	“CATRACA; PORTA; PORTAO; BALCAO; ESCADA; ELEVADOR”
NIV_RESTRIC	NÍVEL DE RESTRIÇÃO DE ACESSO	“BAIXO, MEDIO, ALTO, MUITO ALTO”
AMBIENTE	NOME DO AMBIENTE QUE ABRANGE O ACESSO	“SALA, DEPOSITO, LABORATORIO, AUDITORIO, RESTAURANTE, BIOTÉRIO”
DEPT	DEPARTAMENTO A QUE O AMBIENTE ENCONTRA-SE VINCULADO	35 CARACTERES
SERVICO	SERVIÇO VINCULADO AO DEPARTAMENTO	45 CARACTERES
SETOR	SETOR VINCULADO AO SERVIÇO	25 CARACTERES
DESTINACAO	DESTINAÇÃO OU ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO AMBIENTE	295 CARACTERES
RESPONS	RESPONSÁVEL OU RESPONSÁVEIS PELO AMBIENTE. HAVENDO VÁRIOS AMBINETES DENTRO DA MESMA SALA, SERÁ TOMADO POR BASE A CHEFIA DO DEPARTAMENTO	85 CARACTERES
OBS	OBSERVAÇÕES	200 CARACTERES

Alguns esclarecimentos se fazem necessários em relação a algumas variáveis utilizadas. Para a variável TIPO, quando definida como escada, catraca ou elevador, não há atributo

relacionado a variável AMBIENTE, uma vez que não atende a definição desta variável, conforme código utilizado na coluna domínio.

Em alguns ambientes (por exemplo: laboratórios) ocorre que o acesso principal permite a entrada para vários laboratórios do mesmo departamento. Como os laboratórios e salas internas pertencem ao mesmo departamento e a entrada e saída são realizadas apenas por uma ou, no máximo, duas portas, foi considerada, na variável DEPT, o departamento a que aquele conjunto de laboratórios pertence.

Definir os níveis de restrição foi bastante complexo, uma vez que a realidade do CPqAM demonstra a multiplicidade de vínculos, neste sentido entendido como a relação de trabalho dentro da instituição. Atualmente o CPqAM tem cadastrado 31 tipos de vínculos de trabalho diferentes, o que dificulta a nomeação de restrição por vínculos, pois dentro do próprio vínculo há diferenças, como, por exemplo, os bolsistas vinculados a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) que possui pessoas da área administrativa e da área laboratorial não permitindo que seja nomeado um nível de restrição geral para esse vínculo. Como alternativa foi considerado o nível de restrição baseado na distribuição e na realidade atual do centro, abstraindo-se a situação ideal. Diante disto, resolvemos denominar para cada nó (ponto de acesso) um nível de restrição, baseado no tipo de trabalho desenvolvido, no material estocado, no sigilo, na segurança e no nível de biossegurança.

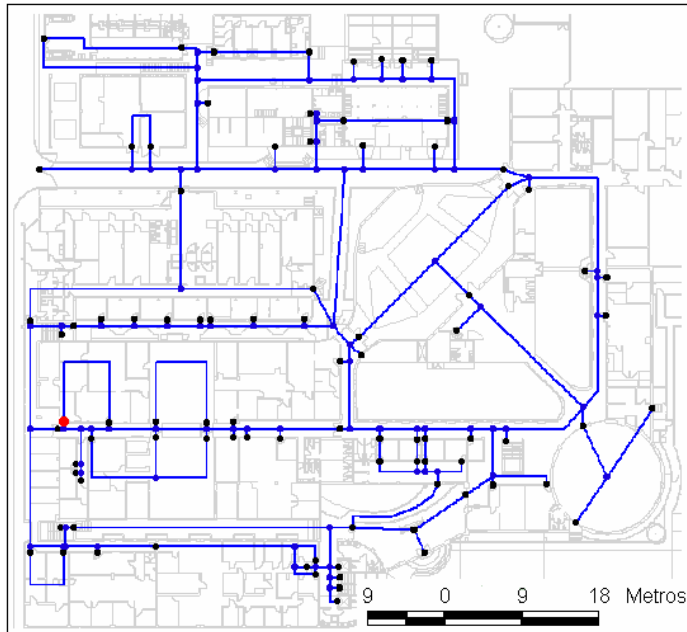
Levando-se em consideração essas questões, denominamos, em relação a variável NIV_RESTRIC, quatro níveis de restrição de acesso a ambientes do CPqAM, conforme definido no campo DOMÍNIO. Com essa distribuição procurou-se identificar áreas com maior restrição e propor barreiras que controlassem o acesso de pessoas. Ponderou-se que ambientes considerados de uso comum (ex: auditório e restaurante) seriam identificados como baixa restrição, exatamente por possuírem um fluxo diversificado de pessoas, não permitindo definir níveis de restrições elevados. Isto não quer dizer que áreas identificadas como nível de restrição baixo têm o acesso livre e irrestrito. Deve-se considerar que deve existir sempre algum tipo de controle como: uso de crachá de identificação, câmeras, portas mantidas fechadas, controle das chaves, controle de pessoas aos ambientes de uso comum (por exemplo: o auditório), além da participação dos que trabalham na instituição no sentido de evitar a circulação de pessoas estranhas ao ambiente de trabalho.

Como restrição média definimos ambientes que deveriam ter um controle mais intenso, com participação direta dos que trabalham no local especificado. É o caso do setor de protocolo que lida com toda informação processual do CPqAM; das áreas dos geradores que, em caso de pane por conta da entrada indevida de pessoas poderá acarretar danos nos equipamentos e materiais estocados.

Nos ambientes de alta restrição foi considerado o tipo de trabalho realizado, os riscos, a periculosidade, equipamentos utilizados, além dos materiais e informações armazenadas. Nesses ambientes se encaixam todos os laboratórios de pesquisa, seus depósitos de materiais, o biotério central e de animais silvestres, dentre outras salas. Nessas salas ou áreas próximas, além da atenção redobrada das pessoas que trabalham no local é necessário ter algum tipo de controle adicional que impeça, ou pelo menos dificulte a entrada de pessoas que não trabalham diretamente com pesquisas e que, as que necessitem utilizar a área em questão tenham autorização para tal.

O nível de restrição muito alto foi estabelecido para o laboratório nível de segurança NB3, que por questões de biossegurança necessita ter seu acesso restrito a profissionais treinados e autorizados. O laboratório nível NB3 por si só já possui uma série de barreiras e entraves próprios exigidos para laboratórios dessa natureza, ou seja, mesmo que alguém consiga chegar nas imediações desse laboratório, não poderá entrar devido as restrições de acesso próprias do NB3.

Com esta tabela construída, é possível associá-la aos nós da rede e, a partir desta associação, realizar consultas dos atributos referentes aos nós da rede. Ao selecionar um nó, são destacados, na tabela, seus atributos. A figura 4.10 ilustra a consulta de um nó da rede.



Atributos dos nós							
Shas/Iden	Acesso	Descricao	Tipo	Niv. restr	Ambiente	Dept	Destinacao
Poin 056	ALMOX_IMUNOPATÉ	ALMOXARIFADO DA IMUN	PORTA	ALTO	IMUNOPATO	IMUNOLOGIA	GUARDA PROVIS
Poin 057	DEPT_ENTO	DEPARTAMENTO DE ENT	PORTA	ALTO	LABORATORIO DE PROCE	ENTOMOLOGIA	BIOLOGIA MOLECI
Poin 058	COR_TER_LAB	CORREDOR TERREO AREA	PORTA	ALTO	-	-	-
Poin 059	DEPT_MICRO	DEPARTAMENTO DE MICR	PORTA	ALTO	LABORATORIO PARA SOR	MICROBIOLOGIA	SOROLOGIA DA P
Poin 060	DEPT_MICRO	DEPARTAMENTO DE MICR	PORTA	ALTO	LABORATORIO DE MICROB	MICROBIOLOGIA	-
Poin 062	DEPT_IMUNO	DEPARTAMENTO DE IMUN	PORTA	ALTO	LABORATORIO DE CROMA	IMUNOLOGIA	PESAGEM, TECNI
Poin 063	DEPT_IMUNO	DEPARTAMENTO DE IMUN	PORTA	ALTO	LABORATORIO DE IMUNO	IMUNOLOGIA	LAB DE IMUNOPA
Poin 064	DEPT_PARASITO	DEPARTAMENTO DE PARA	PORTA	ALTO	SERVICÇO REFERENCIA EM	PARASITOLOGIA	REALIZA ATIVIDA
Poin 069	DEPT_IMUNOLOGIA	DEPARTAMENTO DE IMUN	PORTA	ALTO	LABORATORIO DE IMUNO	IMUNOLOGIA	ESTUDO EXPERI
Poin 070	ESCADA	ESCADA	ESCADA	BAIXO	-	-	-
Poin 071	CIRCEXT_CIRCINT	PORTA ENTRE CIRCULAÇ	PORTA	ALTO	-	-	-
Poin 072	DEP_PARASITO	DEPOSITO DO DEPARTAM	PORTA	ALTO	DEPOSITO	PARASITOLOGIA	-
Poin 073	DEP_MICRO	DEPOSITO MICROBIOLOG	PORTA	ALTO	DEPOSITO	MICROBIOLOGIA	-

Figura 4.10 Nós e seus atributos.

4.3 Análises de Rede

4.3.1 Resultados obtidos com o emprego das Ferramentas Adotadas

A partir da rede criada é possível realizar as análises propostas, utilizando as ferramentas disponíveis no software ArcGis, através da extensão Network Analyst.

O ArcGis disponibiliza cinco ferramentas para análise de rede. Há quatro funções que permitem criar camadas de análise e uma função que resolve a análise da camada escolhida.

As quatro ferramentas que criam camadas de análise permitem:

- Criar camada para analisar a infra-estrutura mais próxima de uma ocorrência (MCFL, do inglês *Make Closest Facility Layer*);
- Criar camada com uma matriz de custo origem-destino (MODCML, do inglês *Make OD Cost Matrix Layer*);
- Criar camada para análise de rotas (MRL, do inglês, *Make Route Layer*);
- Criar camada que analise as áreas de serviço mais próximas de uma ocorrência (MSAL, do inglês *Make Service Area Layer*).

Todas essas funções, além de possibilitarem criar camadas para análise de redes, associam à camada propriedades de navegação. Para que a análise de rede possa ser realizada, após posicionadas todas as subcamadas desejadas, é necessário acionar a ferramenta de resolução para se obter o resultado da análise escolhida.

Para o estudo proposto duas dessas funções foram adequadas para atender aos objetivos do trabalho. Uma vez que o atributo custo (representado pela distância, tendo como unidade o metro) é inserido, utilizamos a ferramenta MCFL para realizar análise de rede para determinar o caminho mais curto a partir de dois ou mais nós (nós de partida e destino). A outra ferramenta utilizada neste trabalho (MSAL) permite, a partir da definição dos nós de partida e destino e da instalação de barreiras, identificar os caminhos sob influência (abrangência) dessas barreiras.

Para cada camada existe uma determinada quantidade de subcamadas, dependendo da ferramenta adotada. Na ferramenta MCFL, 4 subcamadas são apresentadas: *partida*, *destino*, *barreira* e *rota*. Por sua vez, cada subcamada é representada por uma legenda que indica um erro de processamento (ocorre quando duas subcamadas estão inseridas no mesmo arco), uma localização na rede ou não está localizado na rede. Vale ressaltar que o sistema adota a legenda imediatamente no momento que inserimos a subcamada (*partida*, *destino*, *barreira*) na rede.

A subcamada *rota* representa o caminho mais curto entre a(s) partida(s) e o(s) destino(s). Dependendo da posição (localização) das subcamadas inseridas, pode ocorrer uma das representações da legenda apresentada, conforme ilustra a Figura 4.11.

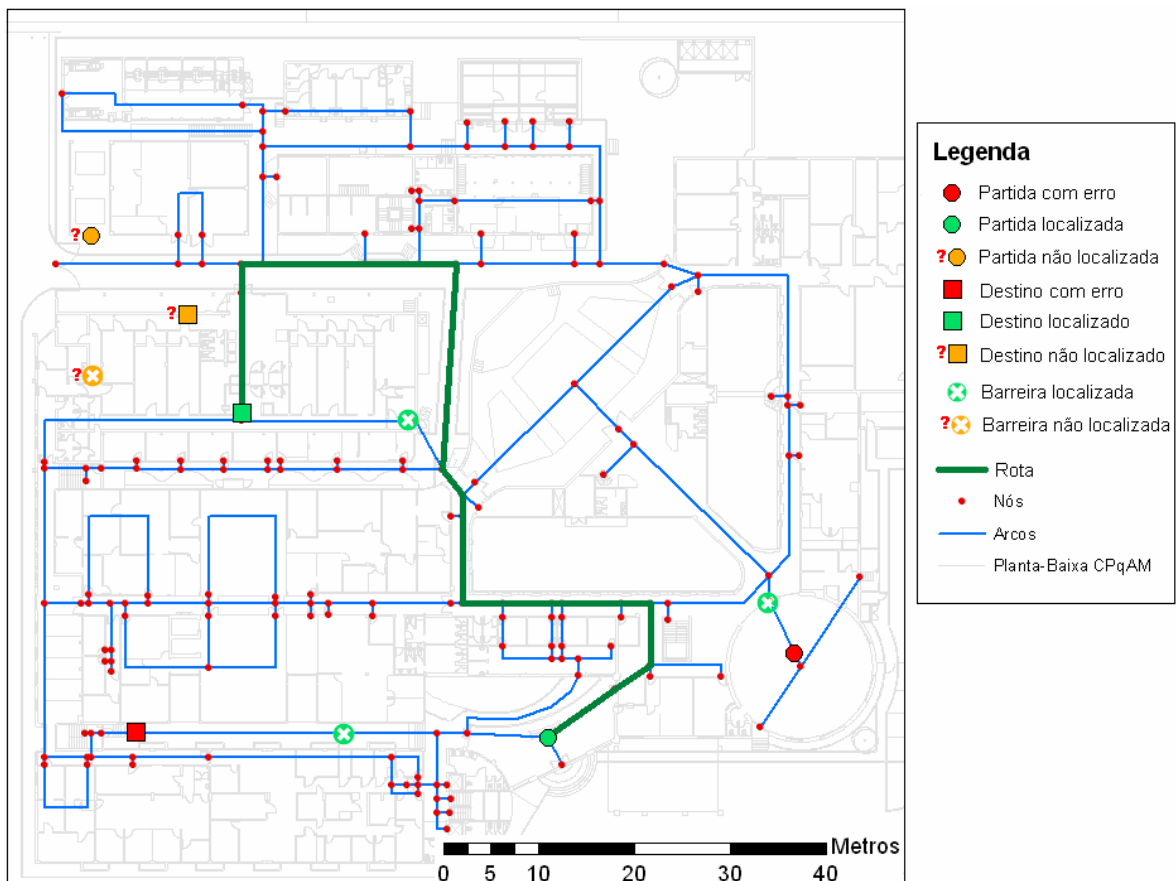


Figura 4.11 - Simbologia da ferramenta MCFL.

4.3.2 Resultados do Emprego das Ferramentas de Análise na Rede do CPqAM

Os exemplos a seguir partem da fixação de nós de partida e destino e da localização de barreiras, e levam em consideração áreas que englobam a maioria dos laboratórios e o Biotério. Utilizando algumas ferramentas já enumeradas para análise de fluxo da rede do CPqAM, abordaremos os seguintes tópicos:

- Identificação de caminhos de menor custo entre dois nós escolhidos.

Utilizando a ferramenta MCFL, estabelecemos como *partida* a recepção e como *destino* um departamento, representado pelo ponto A, conforme ilustrado na Figura 4.12. No exemplo proposto, tanto *partida* como *destino* são representados por subcamadas localizadas na rede.

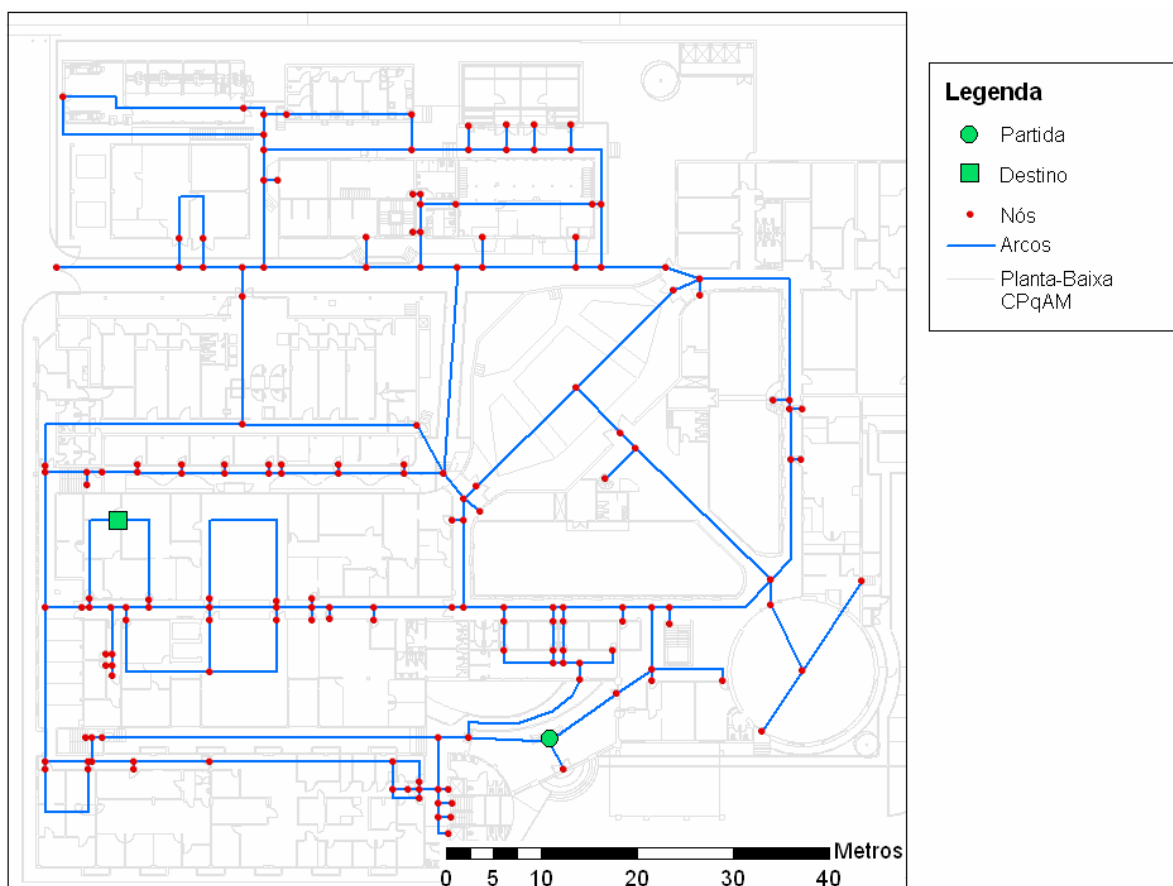


Figura. 4.12 – Fixação dos nós de partida e destino.

Neste primeiro exemplo, nenhuma barreira foi estabelecida. Ao posicionarmos as subcamadas desejadas e aplicarmos a ferramenta de resolução, o sistema identifica o caminho mais curto possível entre a *partida* e o *destino*, como é ilustrado na Figura 4.13.

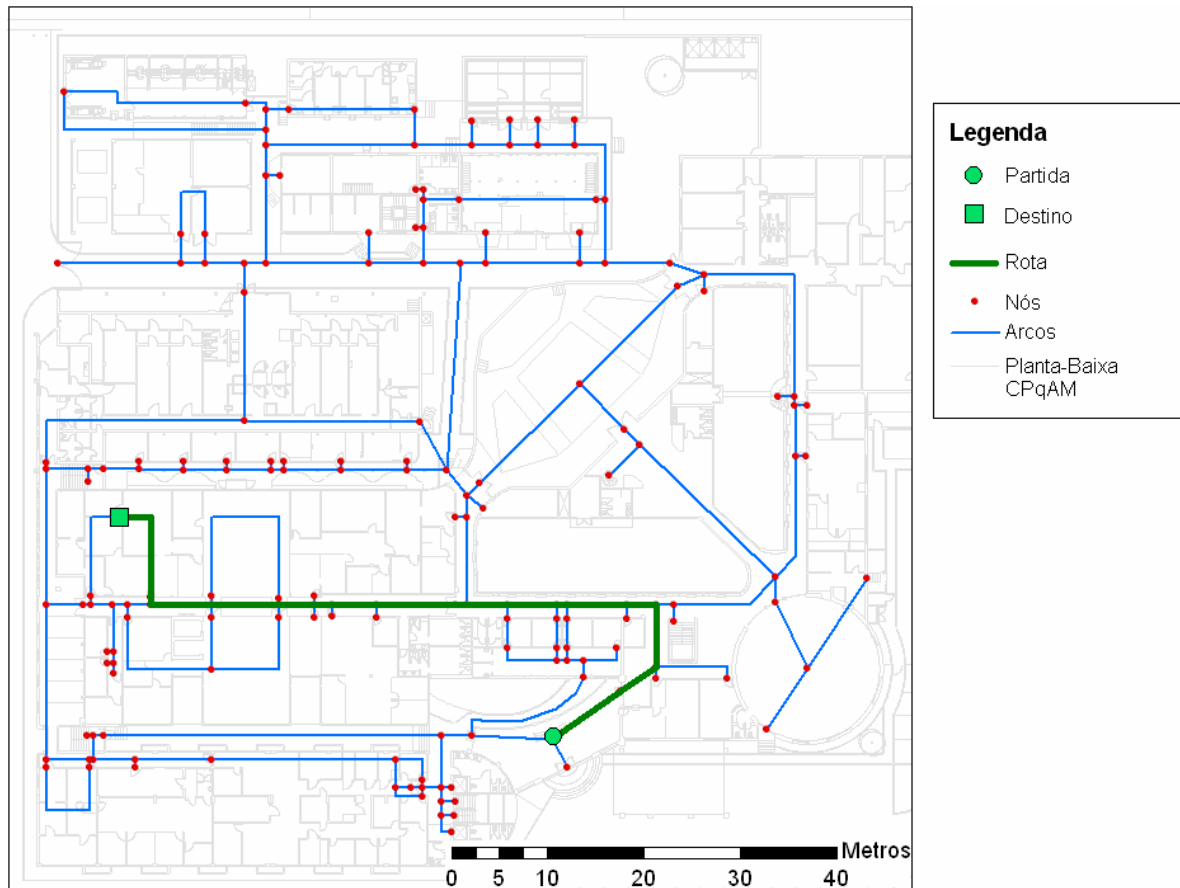


Figura 4.13 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, sem barreira.

- Identificação de caminhos que não passam por barreiras.

No exemplo proposto analisamos as possibilidades de acesso partindo da recepção do CPqAM e tendo como destino o ponto A.

Utilizando, ainda, a ferramenta MCFL, ao adicionarmos 1 barreira, conforme ilustrado na Figura 4.14, o sistema determina o caminho mais curto possível entre a *partida* e *destino* determinados, que não passe pela barreira. Ao adicionarmos uma segunda barreira, o sistema apresenta outro caminho, que difere do primeiro, conforme ilustra a Figura 4.15. A colocação de uma terceira barreira, ilustrado na Figura 4.16, faz o sistema determinar outro caminho

possível entre a partida e o destino. Levando-se em conta a localização das barreiras, ao adicionarmos a quarta barreira, Figura 4.17, o sistema não identifica um caminho possível entre os nós de partida e destino escolhidos. Com o estudo realizado asseguramos que o *destino* escolhido está protegido com a alocação de 4 barreiras.

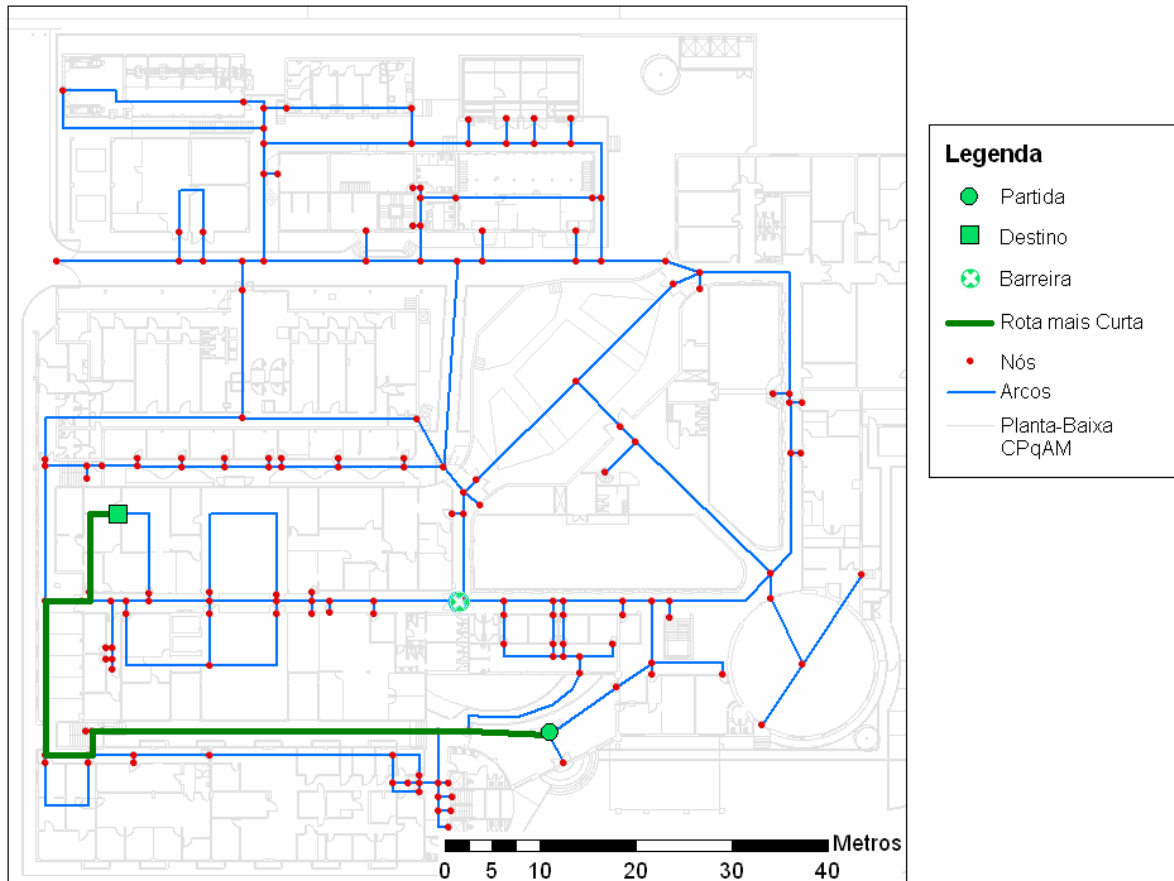


Figura 4.14 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, inserindo 1 barreira.

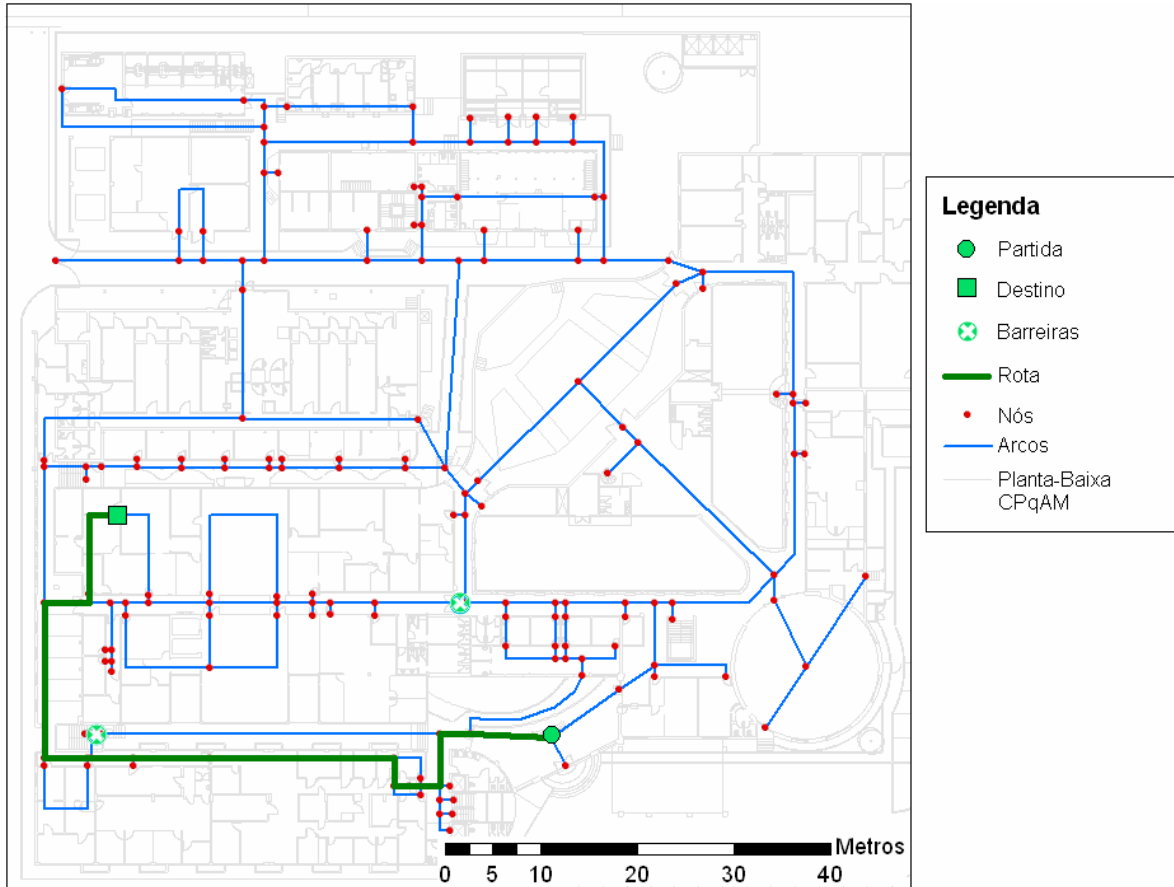


Figura 4.15 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, inserindo 2 barreiras.

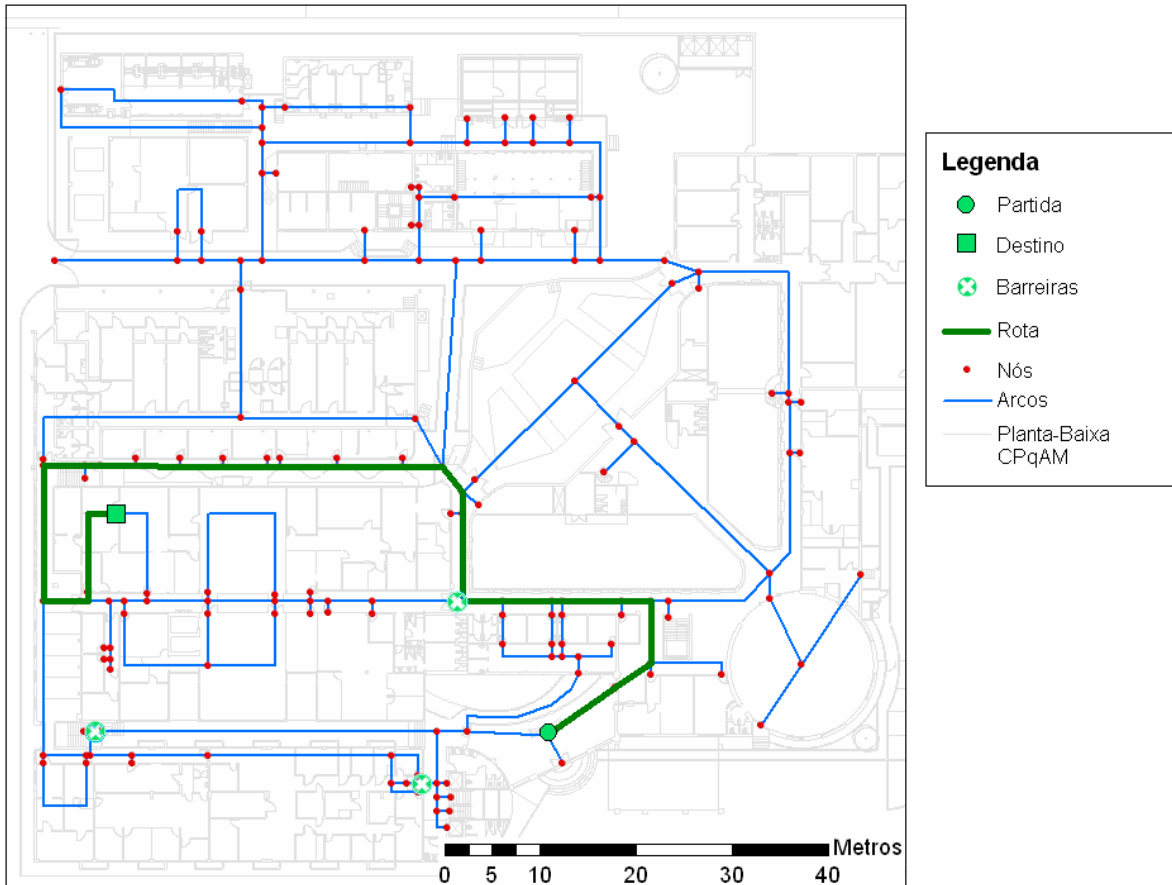


Figura 4.16 - Caminho mais curto entre dois nós escolhidos, inserindo 3 barreiras.

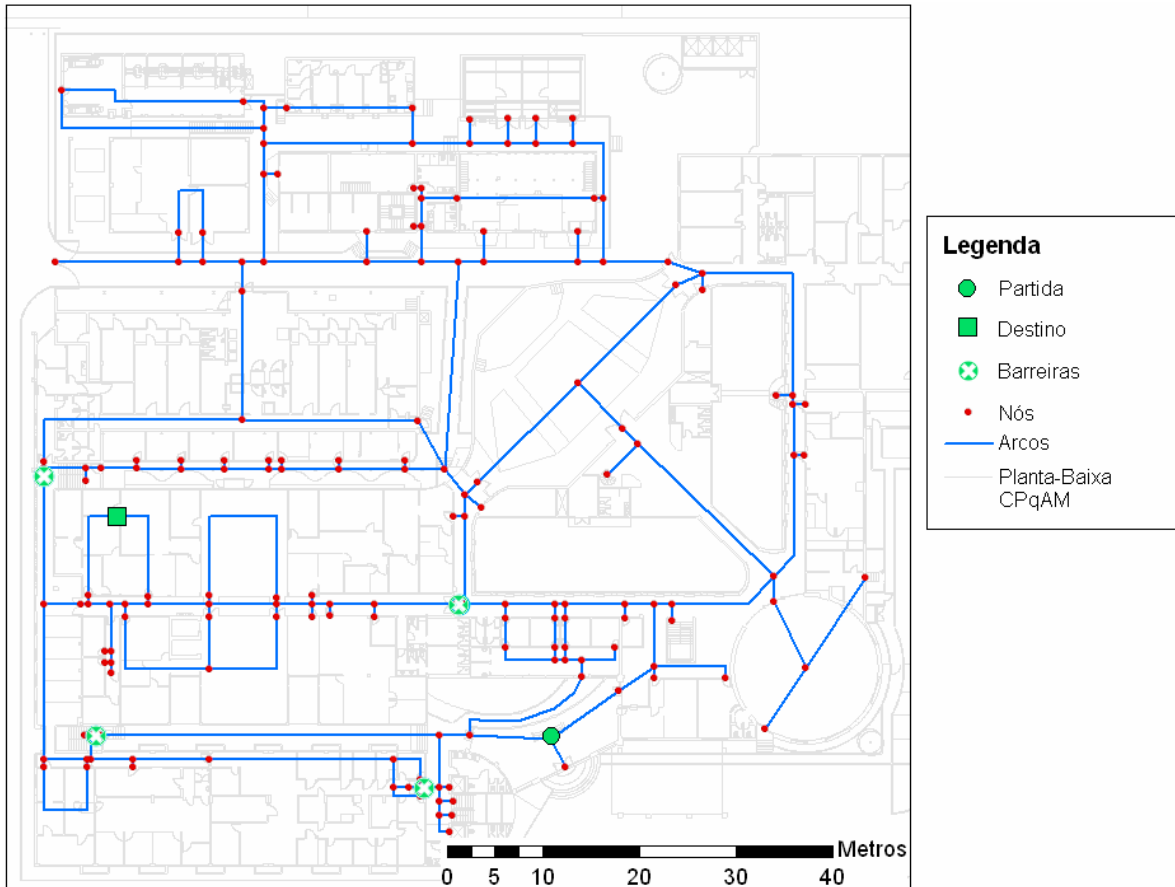


Figura 4.17 – Proteção do *destino* escolhido, utilizando 4 barreiras.

É importante esclarecer que a escolha da posição da barreira não segue uma regra definida nem é estabelecida pelo sistema. A alocação das barreiras depende do conhecimento prévio da planta pelo analista da rede ou é determinada empiricamente. Identifica-se a *partida* e *destino* e posicionam-se as barreiras em uma dada localização. Havendo caminho possível, significa que as barreiras alocadas não protegem o *destino* escolhido.

- Acrescentando um *destino* a área já protegida.

Este exemplo leva em consideração a mesma *partida* (recepção) e como *destino* o ponto B, sem alterar as barreiras e o *destino* previamente alocados que incidem sobre o ponto A, objeto de nosso exemplo anterior. A Figura 4.18 ilustra o menor caminho entre a recepção e o ponto B e mostra que a área do ponto B não está protegida com as 4 barreiras previamente alocadas e, portanto, outras barreiras devem ser consideradas para garantir restrição de fluxo à referida área.

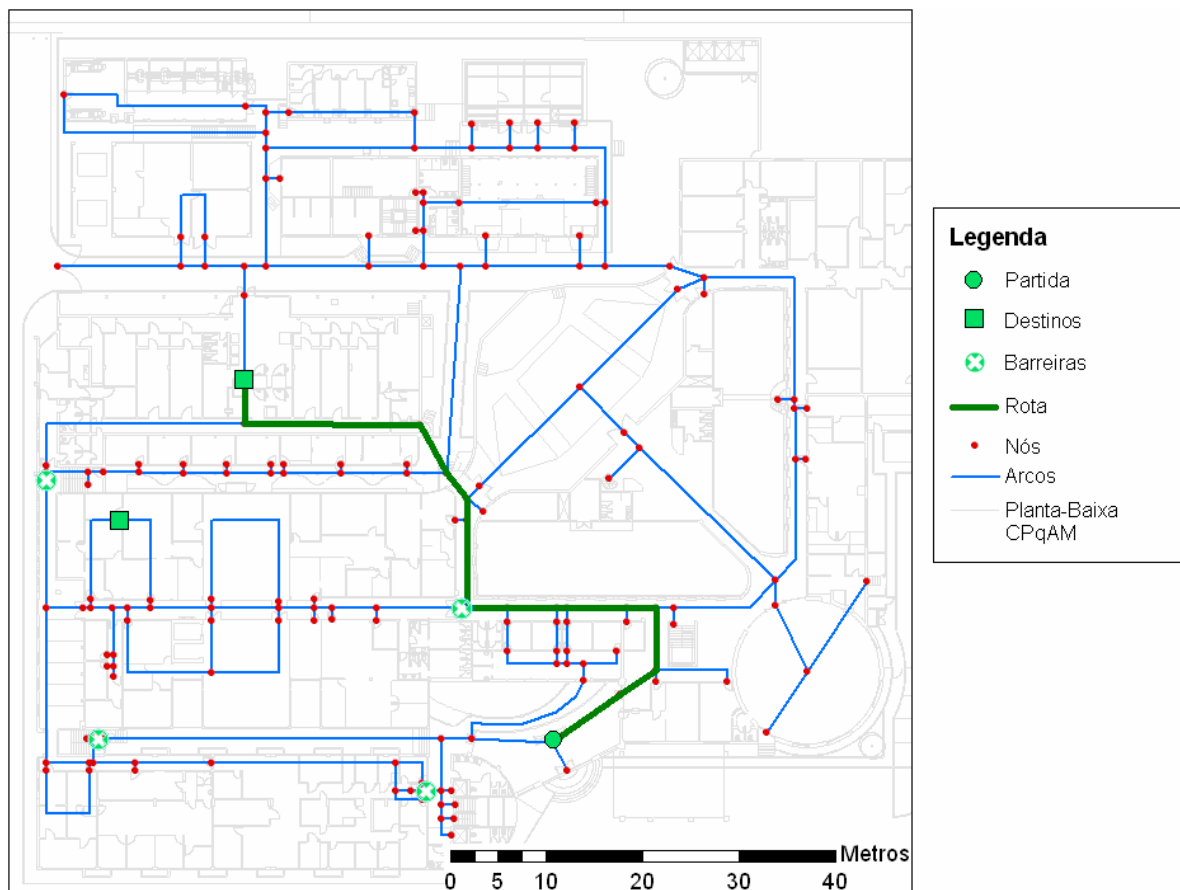


Figura 4.18 - Caminho possível entre a recepção e o ponto B, sem barreira.

- Inserindo barreiras no caminho para o ponto B

Ao adicionamos a quinta barreira, conforme ilustrado na Figura 4.19, o sistema determina o caminho mais curto possível, que não passe pelas barreiras, até chegar ao nó que determinamos como destino. Ao adicionar uma sexta barreira, o sistema apresenta outro caminho, que difere do anterior, conforme ilustra a Figura 4.20. Note que com seis barreiras posicionadas ainda existe um caminho possível para o ponto B. Para tanto é necessária a alocação de uma nova barreira em outro ponto da rede, como ilustra a Figura 4.21. Deste modo, para o exemplo tomado, teríamos 3 barreiras que bloqueiam o acesso para o ponto B e 4 barreiras que bloqueiam o acesso para o ponto A, consideradas como áreas independentes.

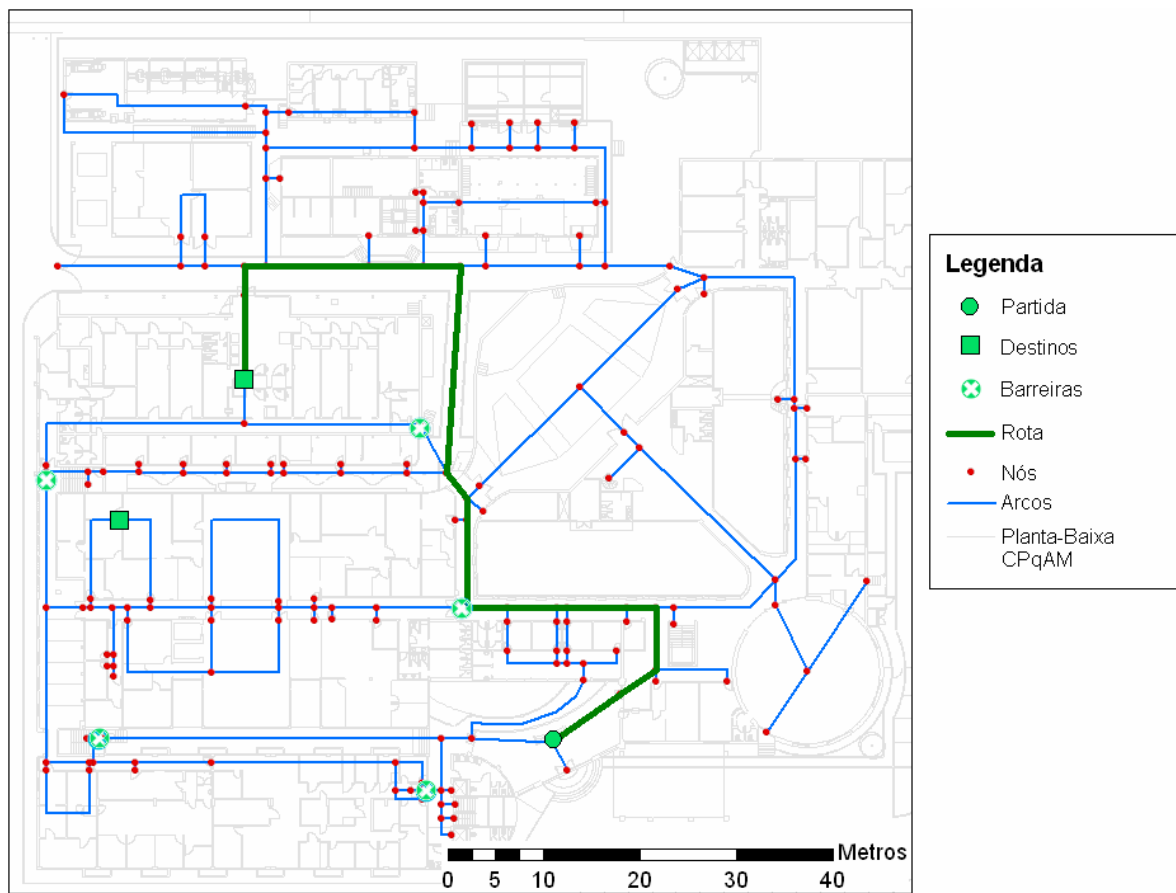


Figura 4.19 – Caminho possível entre recepção e o ponto B, adicionando 5 barreira.

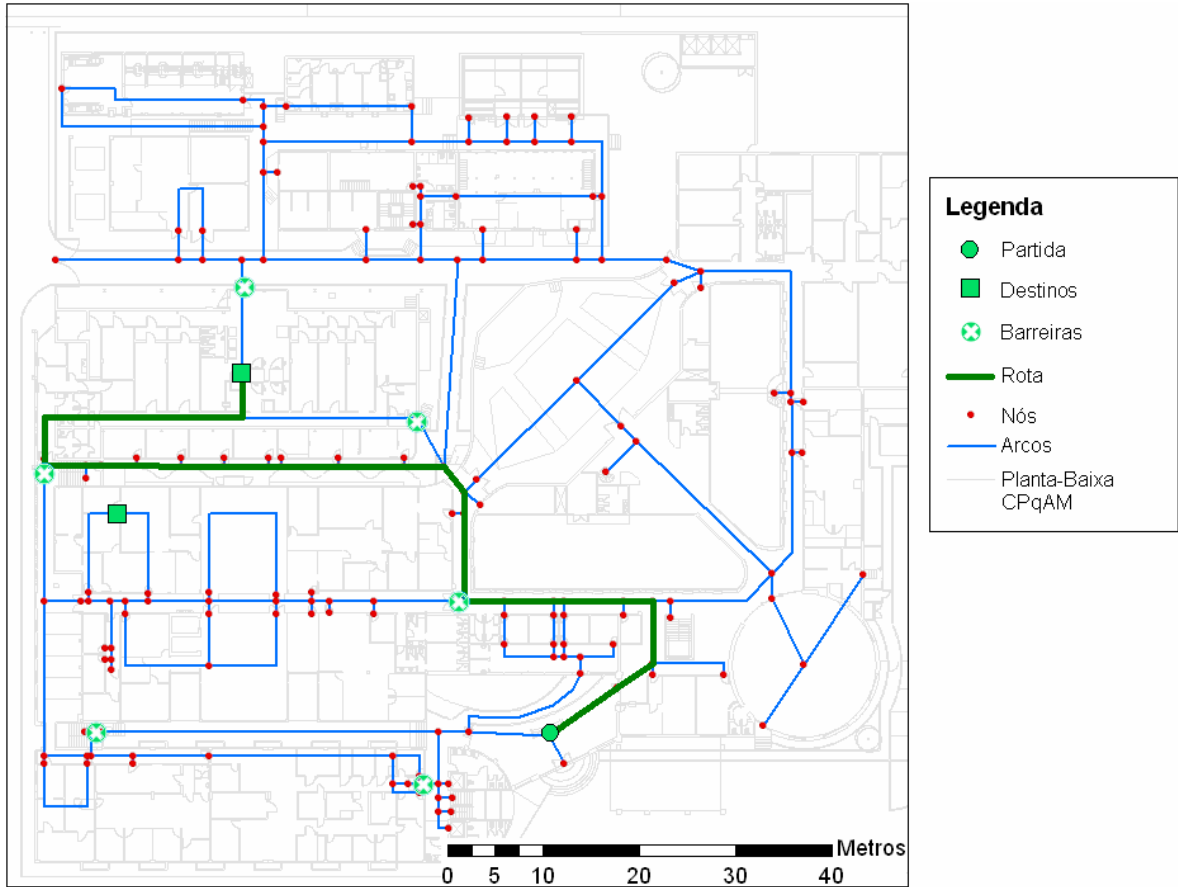


Figura 4.20 - Caminho entre recepção e o ponto B, adicionando 6 barreira.

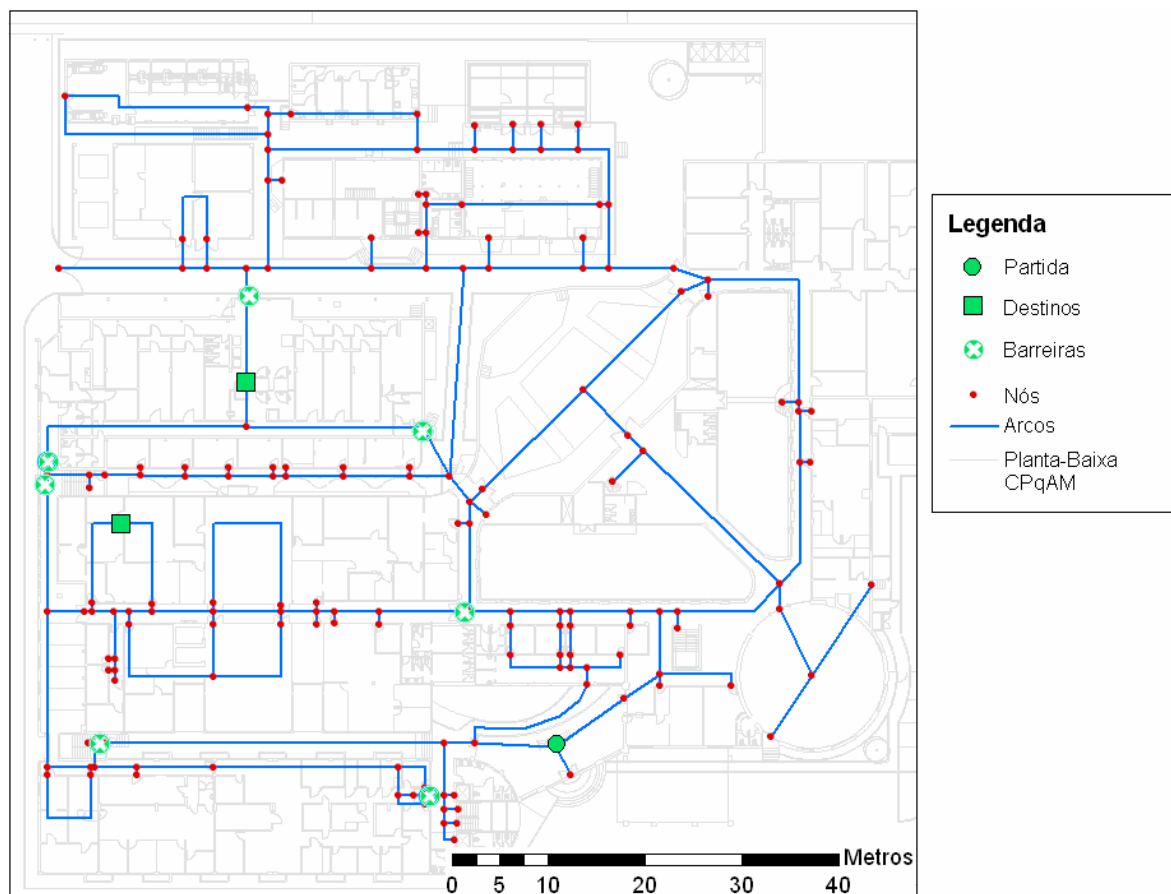


Figura. 4.21 – Proteção de dois *destinos*, utilizando 7 barreiras.

Se levarmos em consideração que, entre as duas áreas pode haver circulação interna, ao deslocarmos uma barreira teremos 6 barreiras que bloqueiam os fluxos para as duas áreas simultaneamente, conforme Figura 4.22. (a seta na Figura indica a barreira deslocada).

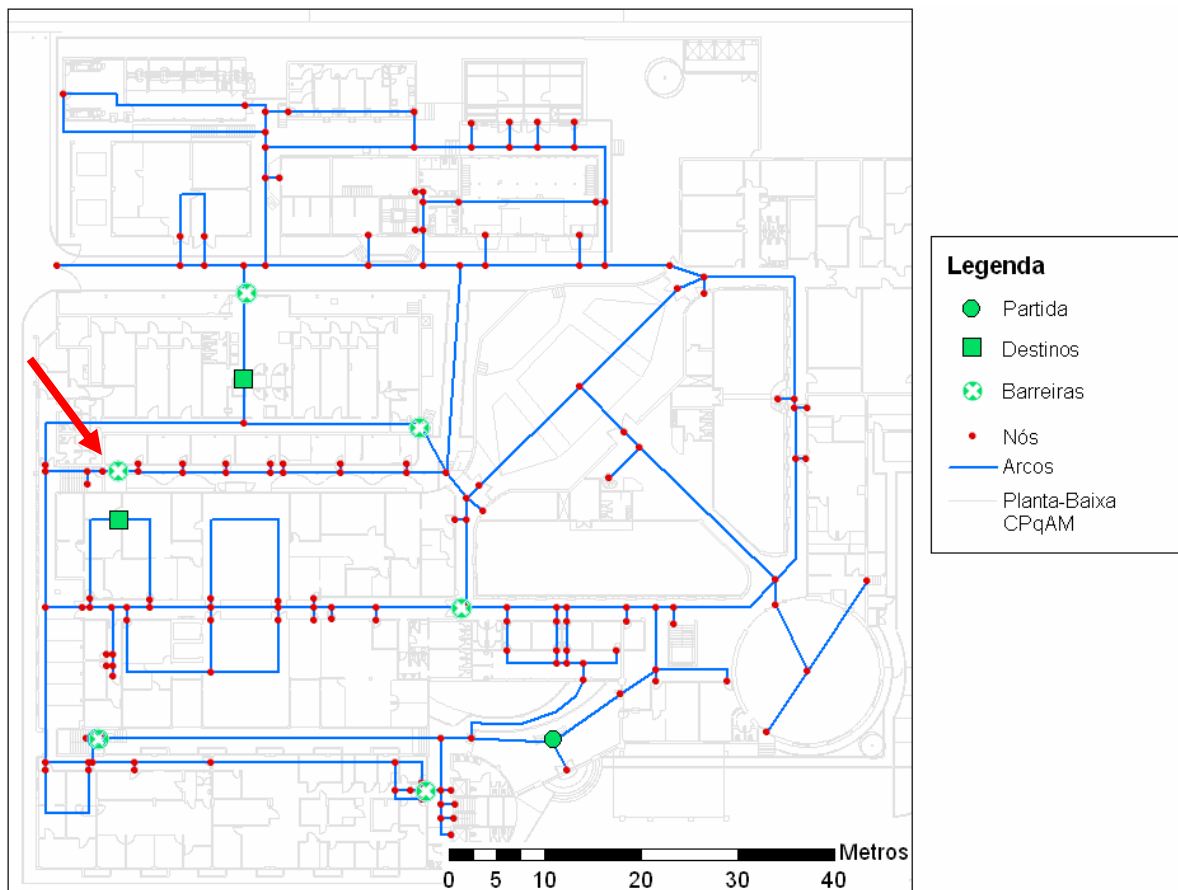


Figura 4.22 – Dois *destinos* protegidos por 6 barreiras.

- Utilizando 4 *partidas* ao mesmo tempo.

Nos exemplos apresentados, apenas uma *partida* foi considerada. No entanto, a ferramenta de análise MCFL permite determinar várias *partidas*. Para ilustrarmos essa possibilidade, determinamos quatro *partidas*, representadas pelas possíveis entradas ao CPqAM, e determinamos como *destino* o ponto A, sem nenhuma barreira alocada. Verificamos que o sistema fornece caminhos possíveis, partindo de cada *partida*, conforme ilustra a Figura 4.23.

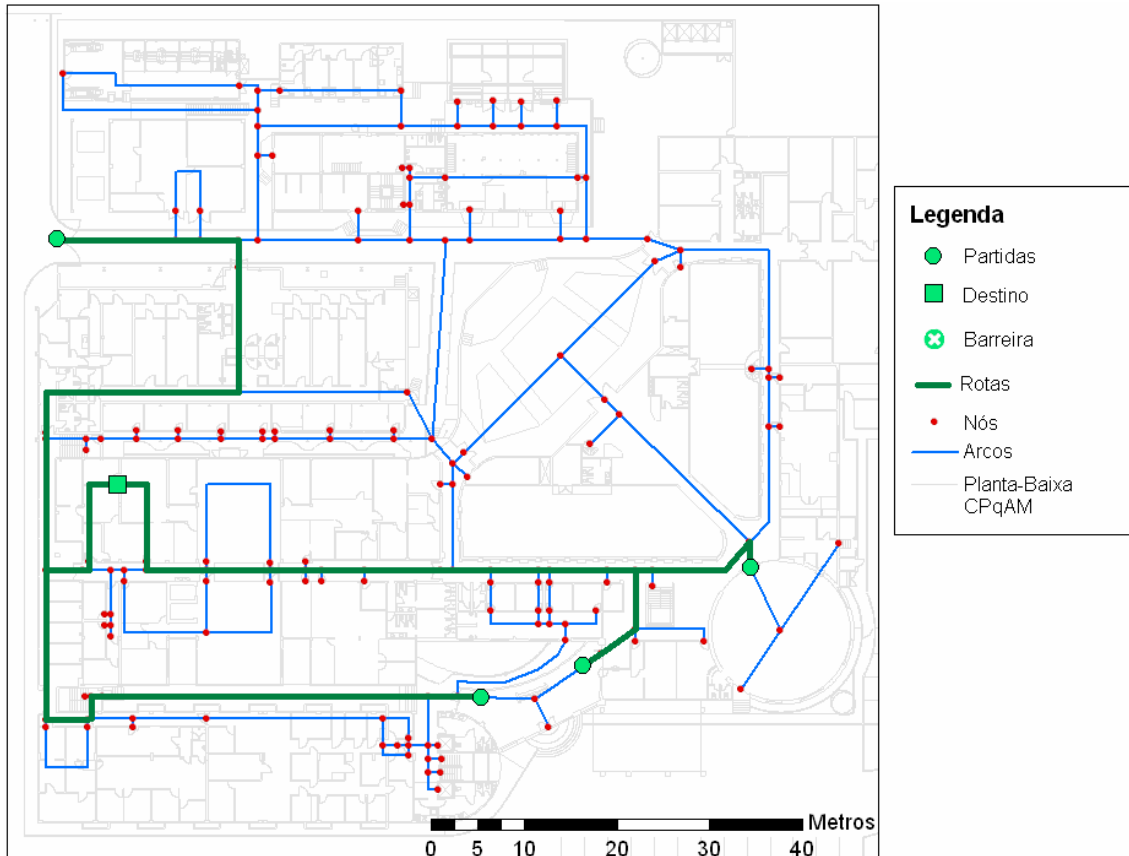


Figura 4.23 – Caminhos possíveis entre as quatro entradas do CPqAM e o ponto A.

Levando-se em consideração as partidas indicadas na Figura 4.23 e inserindo quatro barreiras nas mesmas posições consideradas na Figura 4.17 (a alocação das barreiras é ilustrado nas Figuras 4.24, 4.25 e 4.26), de nenhuma *partida* considerada existirá um caminho que chegue ao ponto A, conforme ilustra a Figura 4.27.

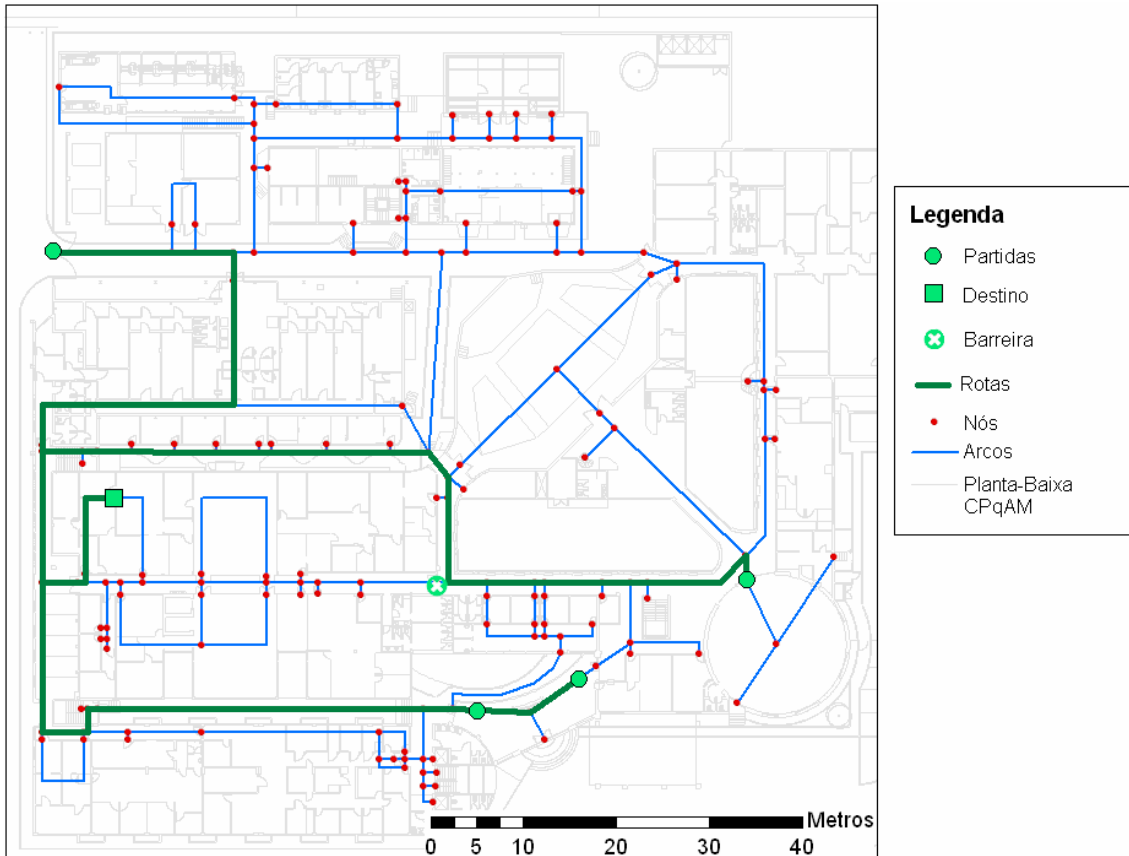


Figura 4.24 – Quatro *partidas*, um *destino*, 1 *barreira*.

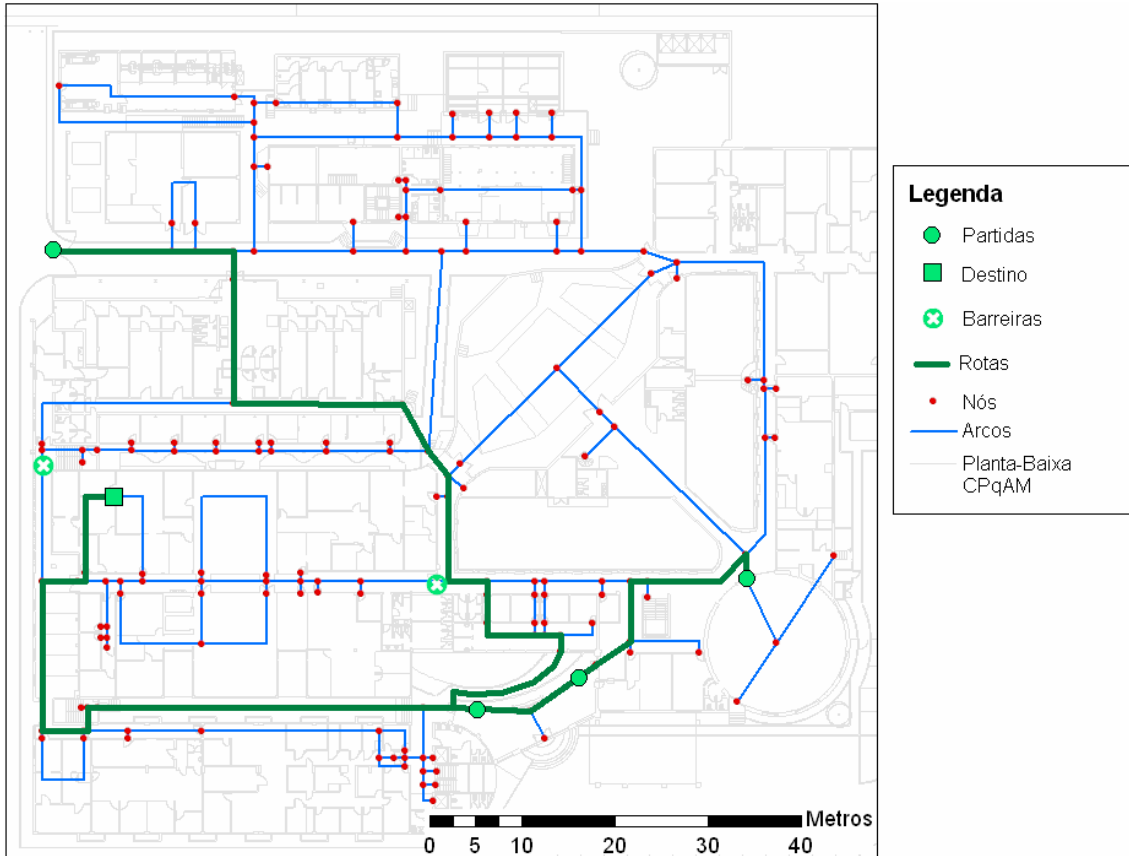


Figura 4.25 – Quatro *partidas*, um *destino*, 2 barreiras.

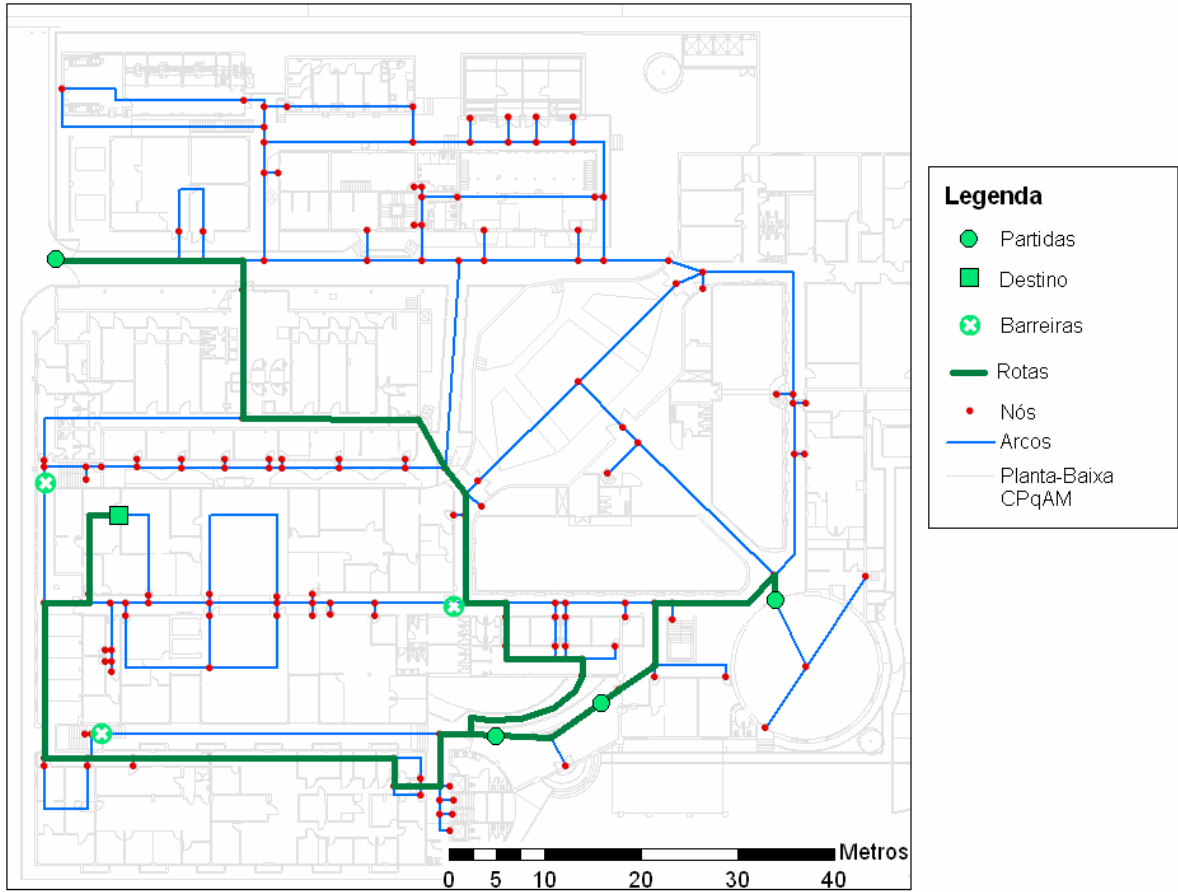


Figura 4.26 – Quatro *partidas*, um *destino*, 3 barreiras.

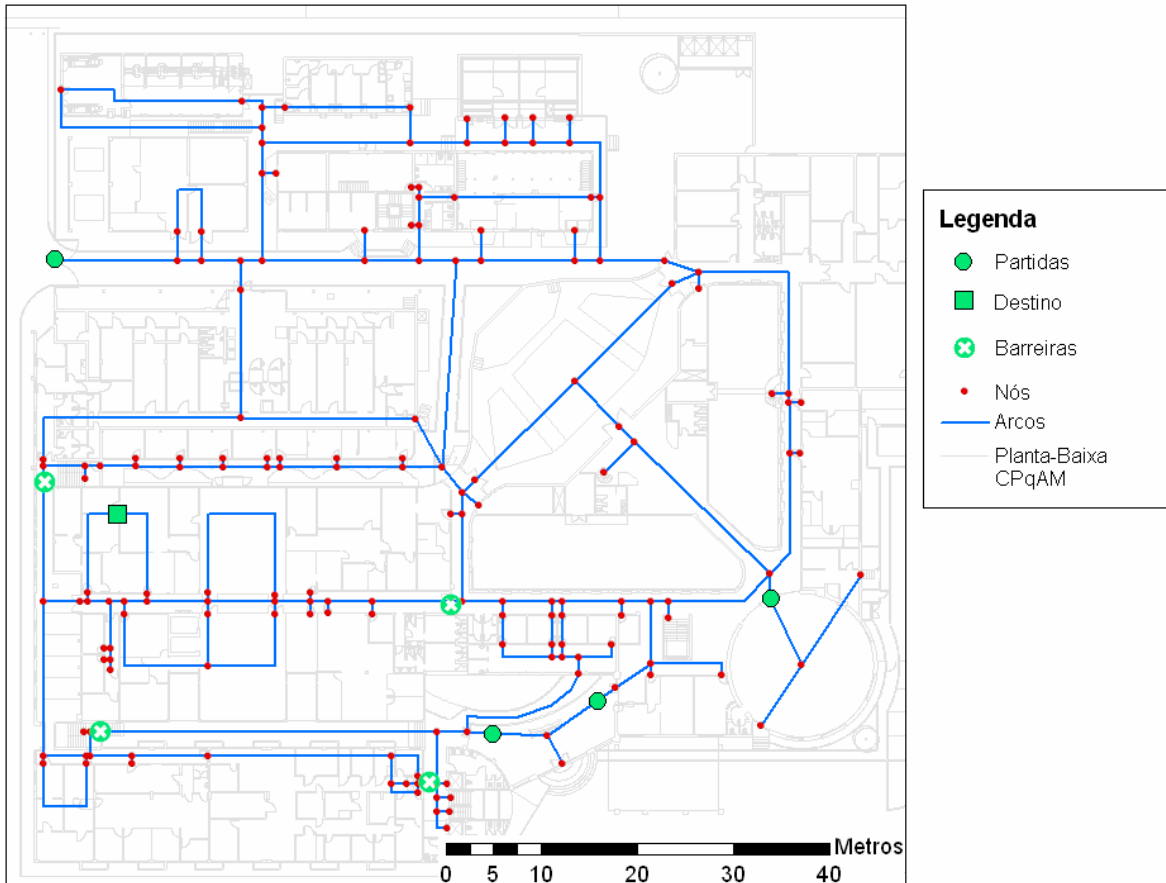


Figura 4.27 – Quatro *partidas*, um *destino*, quatro barreiras posicionadas na mesma posição da Figura 4.17, nenhum caminho possível.

- Análise usando tabela de atributos.

Uma análise pode ser iniciada a partir de uma pesquisa em uma tabela de atributos. No presente trabalho construiu-se uma tabela de 12 atributos associados a cada nó da rede, representados pela coluna VARIÁVEL, conforme tabela 4.1, Seção 4.2. A consulta a essa tabela pode ser realizada através de uma busca ou através da definição de legendas para os atributos escolhidos. Optou-se em utilizar a forma de legenda para representar o atributo. Após inserir a tabela de atributos na camada de nós, foi possível determinar, a partir da escolha do atributo NIV_RESTIC, uma simbologia que expresse os níveis de restrição definidos para cada nó, através de cores e tamanhos distintos (Figura 4.28). Ilustramos na rede os níveis de restrição de todos os nós através desta simbologia. Isto permite, por exemplo, identificar de forma mais fácil o nó que representa uma restrição muito alta, indicado por uma

seta na figura, além de ser possível realizar uma consulta a esse nó gerando a tabela visualizada na Figura 4.28, e, a partir desse nó, realizar as análises propostas.

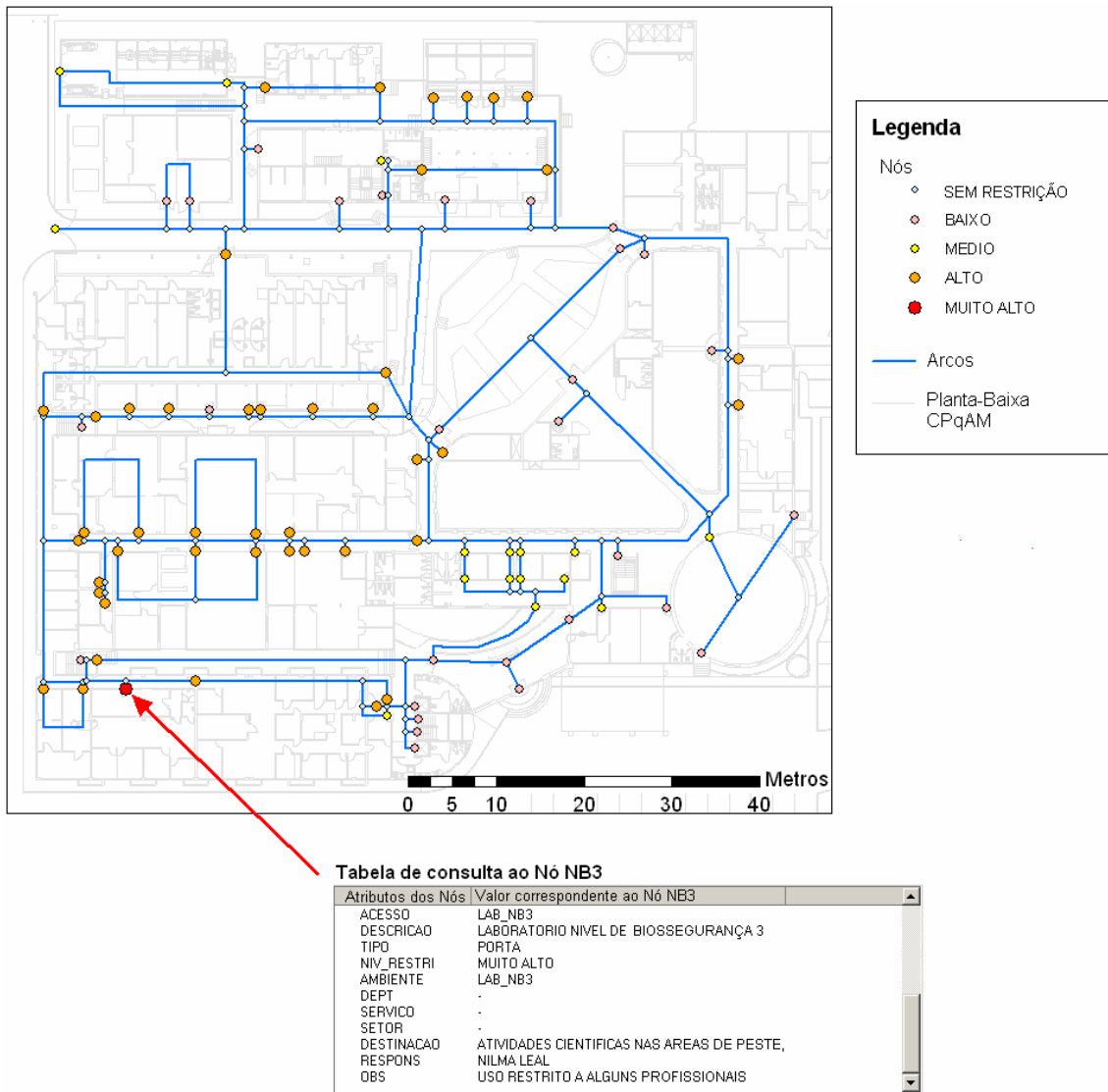


Figura 4.28 – Consulta a tabela de atributos.

A partir desta consulta, utilizando a ferramenta MCFL, inserimos no nó com restrição muito alta a simbologia que representa *destino* e determinamos como *partida* a recepção. Sem nenhuma barreira posicionada, a ferramenta mostra o caminho mais curto entre os dois nós selecionados, conforme ilustra a Figura 4.29.

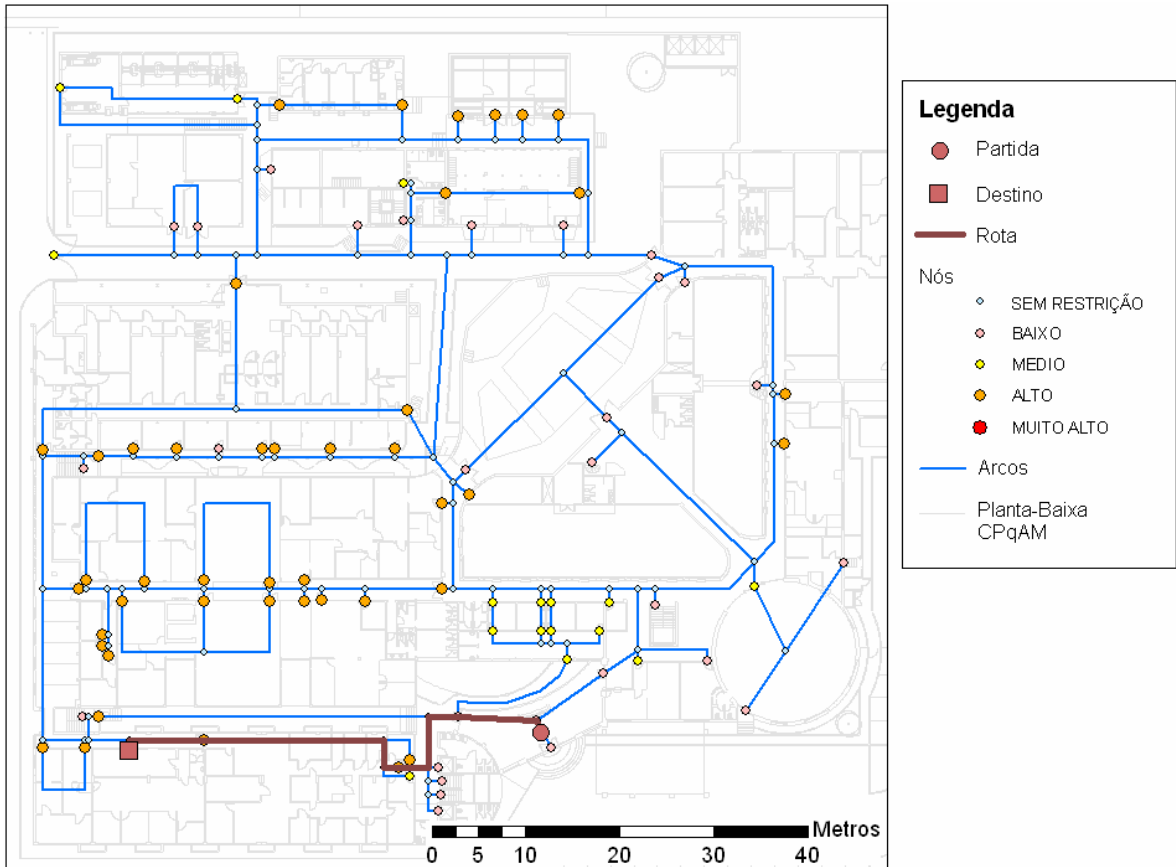


Figura 4.29 – Estabelecendo o caminho entre os nós determinados.

Ao adicionarmos barreiras, conforme ilustra as Figuras 4.30 e 4.31 o sistema vai informando outros caminhos possíveis até não haver mais caminhos entre os dois nós, com a alocação de 3 barreiras, conforme ilustra a Figura 4.32.

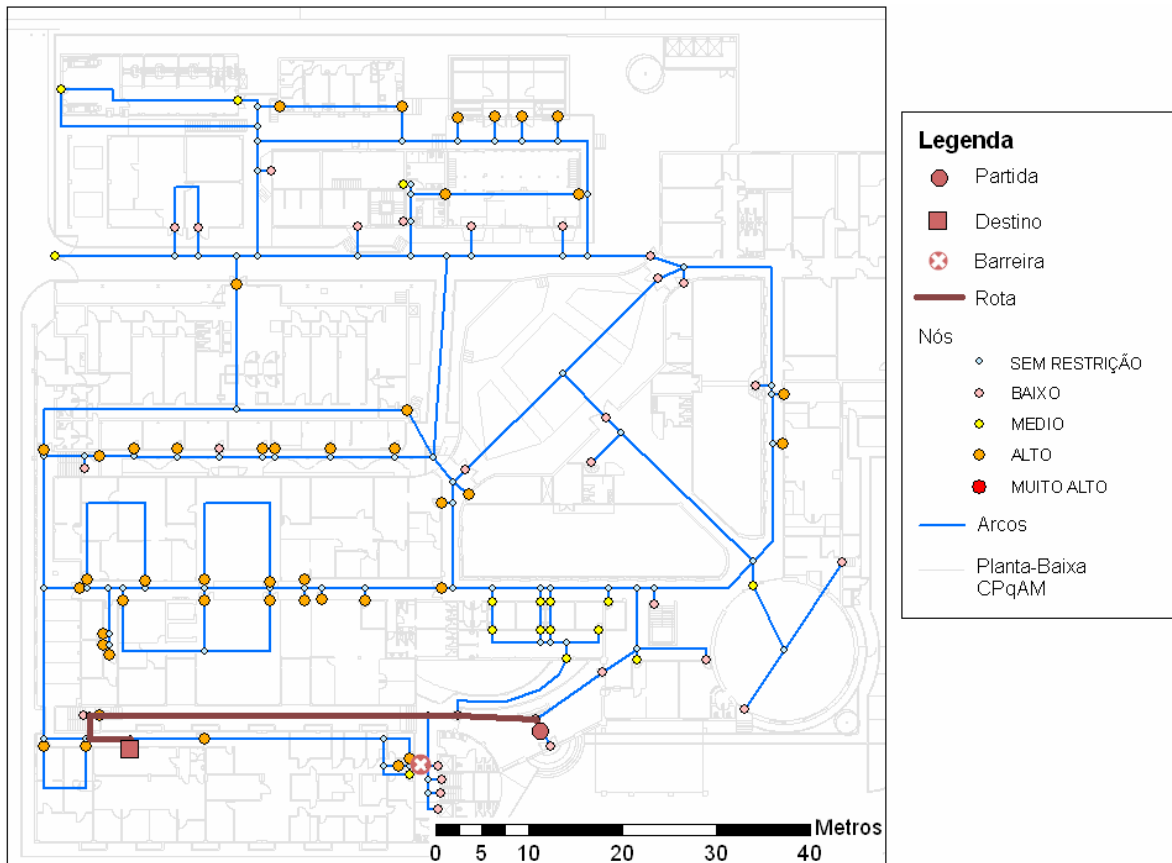


Figura 4.30 - Inserindo 1 barreira entre a partida e o destino determinados.

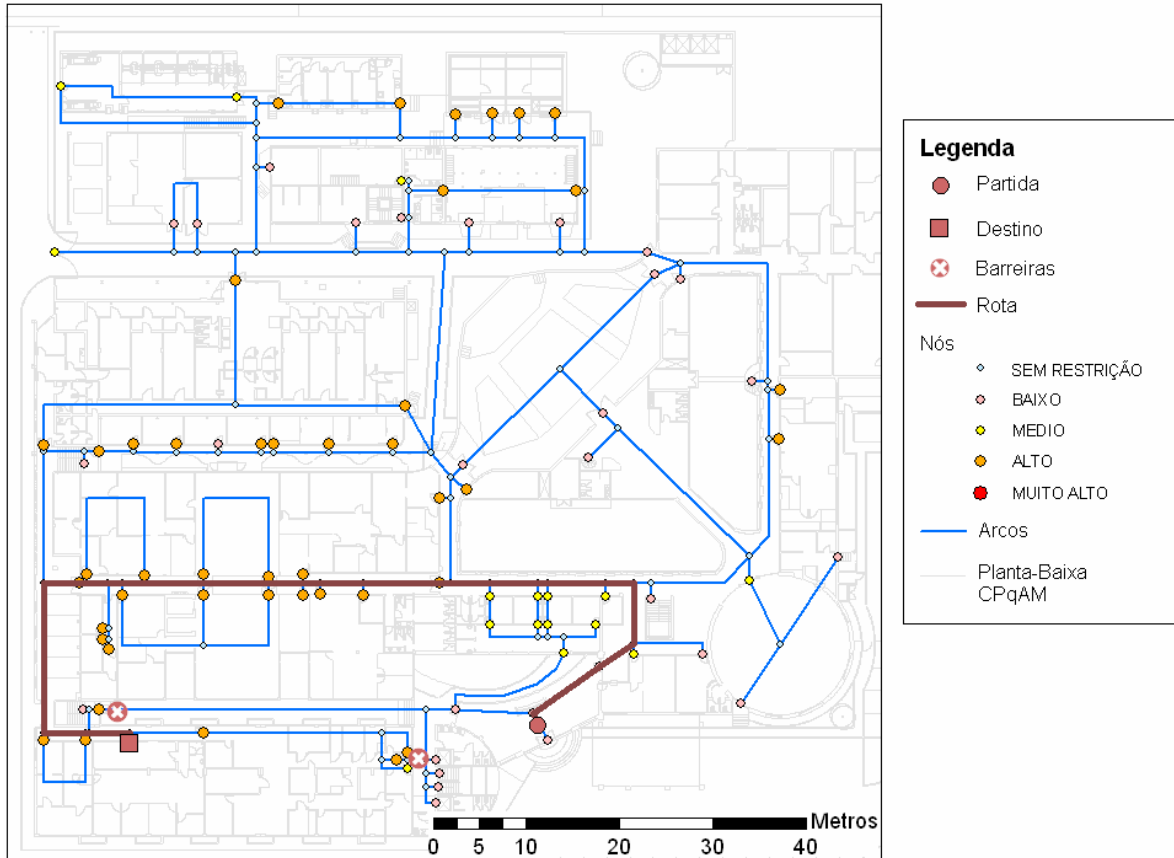


Figura 4.31 – Inserindo 2 barreiras entre a partida e o destino determinados.

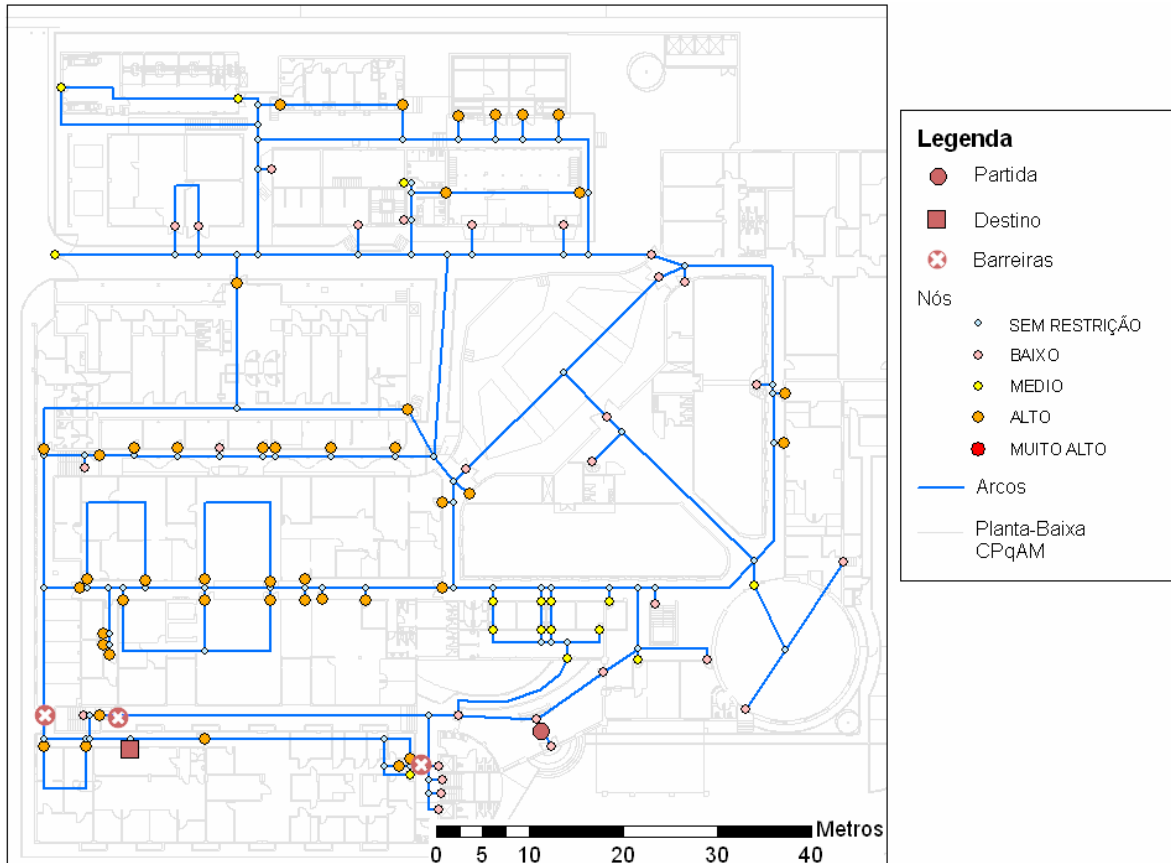


Figura 4.32 – Caminho protegido por 3 barreiras entre a partida e o destino determinados.

- Identificar área(s) de incidência de um conjunto de barreiras.

Para identificar a área de incidência de um conjunto de barreiras, utilizamos a ferramenta MSAL que permite visualizar todos os caminhos sob influência de um conjunto de barreiras. Esta ferramenta indica o fluxo interno, dentro de uma área determinada pelo limite das barreiras.

Na ferramenta MSAL apenas 3 subcamadas são apresentadas e são representadas no presente trabalho por: *acesso a ser protegido, barreira e caminho*.

Como primeiro exemplo, posicionamos 4 barreiras nos nós que representam as entradas do CPqAM. Inserimos 1 *acesso* que representa a área interna a ser protegida e solicitamos uma resolução. A ferramenta MSAL apresenta todos os caminhos internos do CPqAM (Figura 4.33), indicando que ao passar uma das quatro entradas se tem acesso a todo o CPqAM, sem restrição.

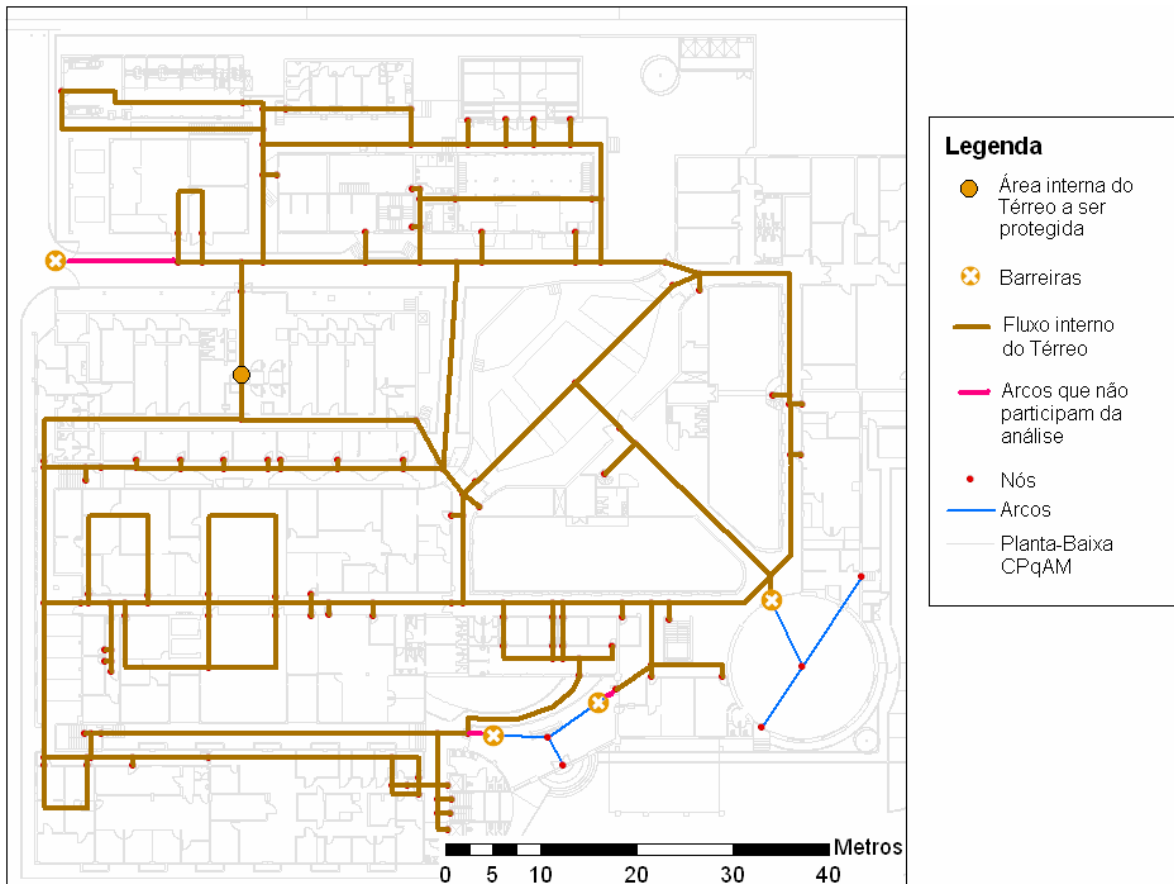


Figura 4.33 – Acessos internos do CPqAM ao passar uma das quatro barreiras.

Note que na Figura 4.33 alguns arcos não foram indicados como estando sob influência da barreira, inabilitando o acesso ao arco em que ela se localiza, ou seja, o arco em que a barreira é inserida não participa da análise.

Outra utilização dessa ferramenta é o mapeamento do fluxo interno entre as áreas já estudadas nos exemplos anteriores. Como ilustração, considere as sete barreiras que protegem o ponto A e o ponto B (Figura 4.21). Estas impedem o acesso, separadamente, das áreas em questão. A Figura 4.34 ilustra os fluxos internos possíveis para cada área específica.

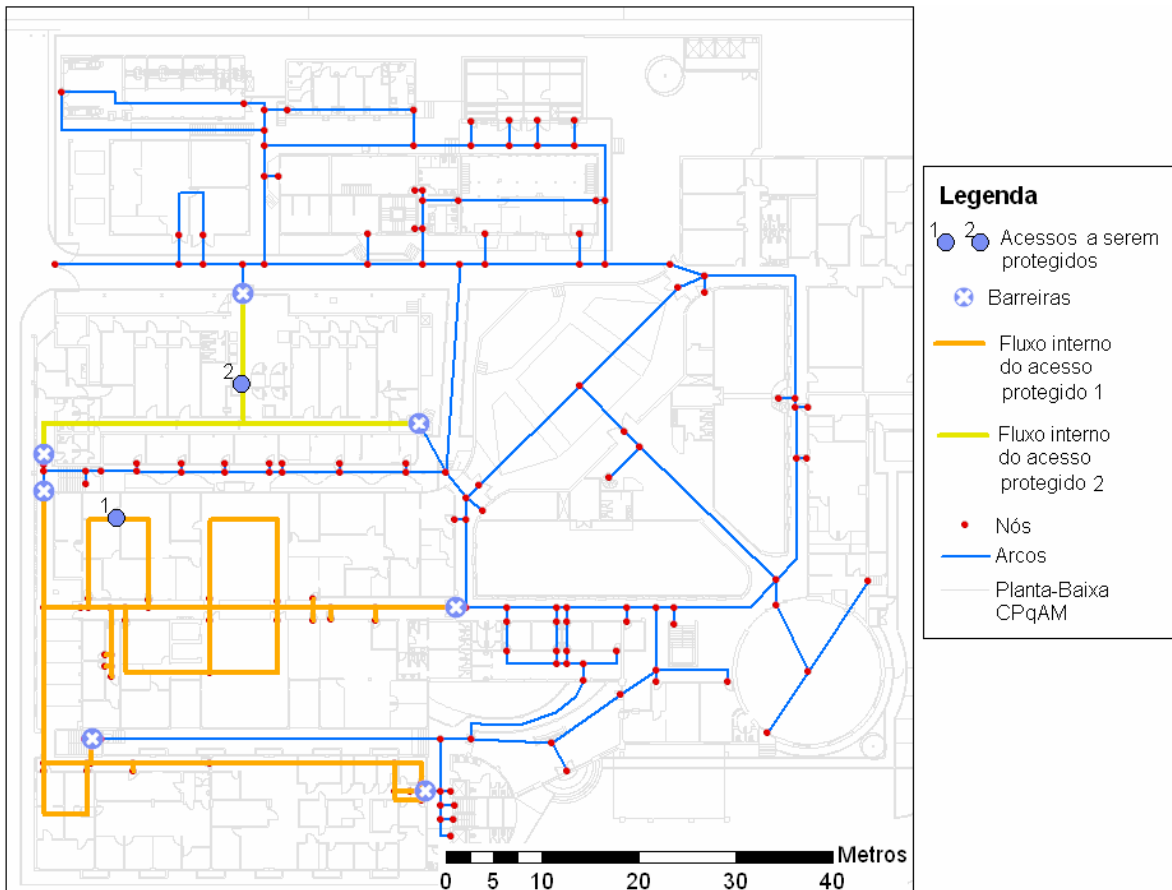


Figura 4.34 – Fluxos internos de duas área distintas sob influência de 7 barreiras.

No entanto, ao deslocarmos uma das barreiras posicionadas(deslocamento mostrado na Figura 4.22) e solicitarmos a mesma análise, a ferramenta vai apresentar todo o fluxo interno comum entre as duas áreas sob influência das 6 barreiras (Figura 4.35).

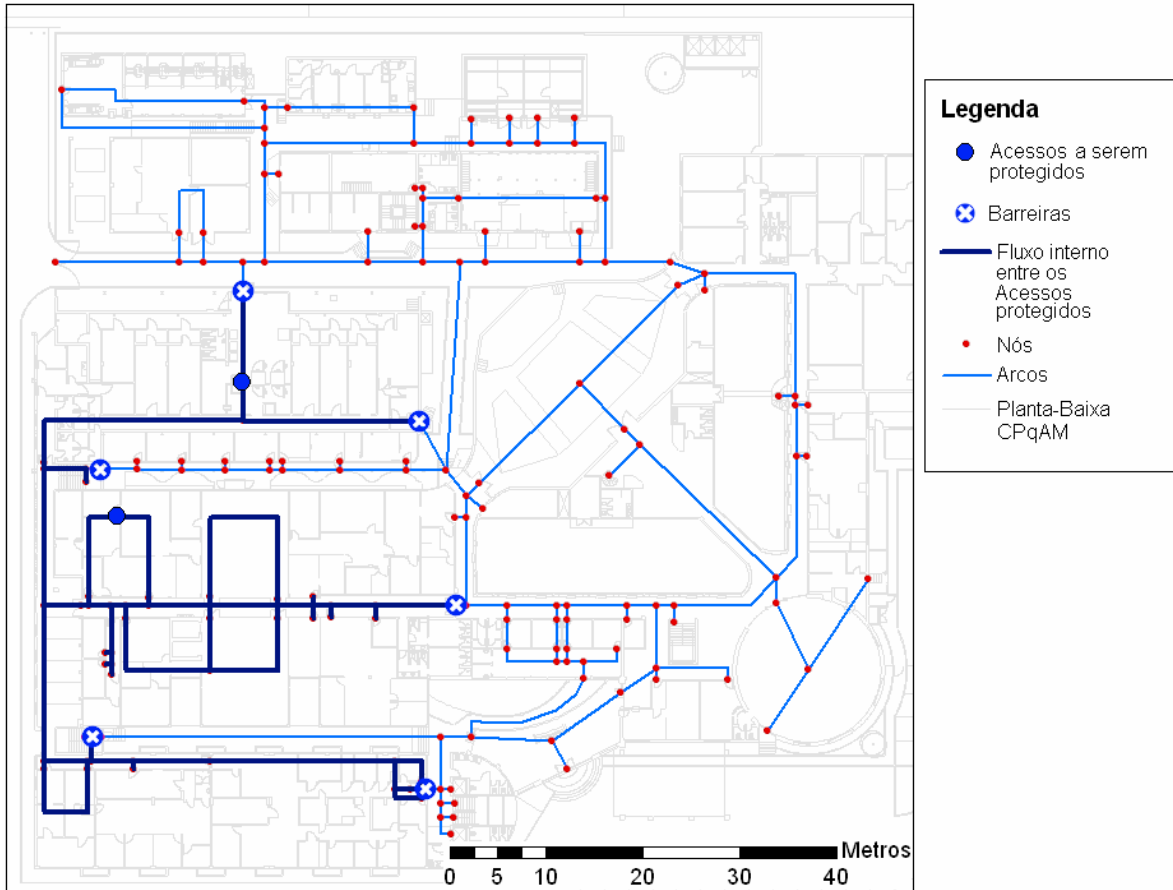


Figura 4.35 – Circulação interna entre duas áreas, sob influência de 6 barreiras.

5 CONCLUSÕES

O trabalho partiu da premissa que um local onde se faz pesquisa, agregando equipamentos e insumos de alto custo, além de informações importantes geradas pelo desenvolvimento das pesquisas deve ter uma atenção voltada para a segurança desses materiais e conhecimentos e que, devido ao grande fluxo de pessoas, isso não poderá ocorrer de forma empírica, até porque o CPqAM vem crescendo fisicamente e isto gera naturalmente um aumento nas atividades de ensino e pesquisa, e por conseqüência, no aumento do fluxo de pessoas.

O CPqAM possui atualmente uma área útil de, aproximadamente, 14.200m² e já tem uma expansão programada para o final do corrente ano. Com toda essa estrutura é necessário fazer uso de uma ferramenta que possibilitasse mapear sua área, traçando o que denominamos de rede para ser possível o uso de uma ferramenta disponibilizada em SIG para realizar análises de rotas/fluxos. Muitas organizações usam mapas e informações geográficas para dar suporte as suas atividades. Como resultado, o uso do SIG está se tornando comum em muitas organizações de diversas áreas como pesquisa, transporte e vendas.

A primeira parte do trabalho consistiu na modelagem da planta térrea do CPqAM, de um mapa extenso em CAD para um ambiente em SIG, de fácil visualização e manuseio, com a inserção de atributos, que podem ser modificados, inseridos e substituídos. Com essa transferência foi possível criar uma estrutura vetorial formada por pontos e linhas representados, respectivamente, por todos os acessos (portas, escadas e elevador a outro pavimento, portão, balcão e catracas já instaladas) e caminhos possíveis. A etapa seguinte consistiu em converter essa estrutura em rede com a inserção de atributos espaciais que possibilitaram a geração de topologia a partir dos dados de localização informados.

O desafio do trabalho foi adaptar as ferramentas disponibilizadas para análise de redes para responder questões pertinentes ao estudo de fluxo, uma vez que a literatura estudada faz uso dessas ferramentas para o estudo de redes com aplicações em serviços de utilidade pública (água, luz, telefone) ou redes de transporte (eficiência de rotas de ônibus escolares, recolhimento de lixo). A rede proposta para o CPqAM é baseada em fluxos de pessoas e muitos atributos que poderiam ou deveriam ser dispostos para a análise não seriam viáveis ou não teriam sentido no nosso trabalho. Por exemplo, não poderíamos determinar sentido de

fluxo, já que os arcos da rede criada são os corredores e passagens internas que levam a um determinado ambiente e são utilizadas por pessoas, não havendo possibilidade de determinar direções. Inserir restrição às “vias” também não foi possível, uma vez que devido a distribuição arquitetônica das salas, tínhamos ambientes com alta restrição ao lado de ambientes com baixa restrição utilizando o mesmo arco (via).

Com a utilização de ferramentas disponibilizadas no software ArcGis utilizado, através de uma extensão (Network Analyst) que possibilita realizar análises dessa rede, foi possível delinear caminhos possíveis entre dois pontos considerados, inclusive o caminho mais curto já que foi inserido em nossa rede o atributo custo, expresso pela distância entre dois pontos.

Foi possível verificar a vulnerabilidade das entradas do CPqAM e mostrar que ao passar as 4 entradas todo o fluxo interno fica “livre” a qualquer passante. Conseguimos estabelecer barreiras que bloqueiam a entrada a certas áreas e mostrar que de qualquer entrada, com a localização das barreiras, o local que levamos em consideração como destino estava protegido. O uso de uma outra ferramenta possibilitou identificar os caminhos internos compreendido entre uma área ou várias áreas definidas, sob influência das barreiras posicionadas.

Uma ferramenta de análise (MRL) disponibilizada no ArcGis, não utilizada no presente trabalho, pode ser explorada em trabalhos futuros, uma vez que permite determinar o melhor caminho entre dois pontos ou o melhor caminho entre uma série de pontos determinados. O sistema fornece a melhor rota, baseada no atributo custo (em distância) e ainda pode identificar alguma inconsistência entre a rota traçada pelo gerenciador do sistema e o que seria a rota mais adequada em termos da distância e seqüência dos pontos a serem seguidos.

Este trabalho foi idealizado como um protótipo, tendo como base apenas a planta do andar térreo do CPqAM, não sendo possível à implementação imediata devido a dependência da planta definitiva. No entanto, o uso de um SIG demonstrou ser uma excelente ferramenta interativa, onde pode ser incluído os outros pavimentos do Centro, permitindo uma visão global dos fluxos e acessos do CPqAM.

Esperamos que o estudo sirva de base para uma ampla discussão de interesse, visando a construção de um sistema de segurança eficiente e um controle do fluxo de pessoas que trabalham e freqüentam o CPqAM, atendendo as exigências de biossegurança quanto ao

controle de acesso, tendo um impacto relevante nas atividades de pesquisa, ensino e na preservação da informação científica do CPqAM.

Referências

- AGUIAR, J. G.; DINIZ, A. C. G. C.; VIANNA, J. N. S. **Sistema da Qualidade em Laboratórios de Pesquisa Universitários**. Recife: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2003.
- ARONOFF, S. **Geographic Information System: a Management Perspective**. Ottawa: WBL Publications, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. São Paulo: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17799**: Tecnologia da Informação - Código de Prática para Gestão da Segurança da Informação. São Paulo: ABNT, 2001.
- BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações e sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1997. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1997. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/teses/claudio>. Acesso em: 16 ago. 2006.
- BARROS FILHO, M. B. B. **Desenvolvimento de Sistemas de Geoinformação como Suporte ao Gerenciamento das Redes de Distribuição de Água**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford: Clarendon, 1986.
- CALDAS, C. F. **Análise de riscos na área de segurança corporativa: identificação e desenvolvimento dos fatores relevantes em todas as etapas do processo**. 2003. Monografia (Curso de pós-graduação em Gestão de Segurança Corporativa) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2003.
- CÂMARA, G. **Modelos, Linguagem e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1995. Disponível em <www.dpi.inpe.br/teses/gilberto> Acesso em: 16 ago. 2006.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 1998. p. 3-29.

CAMARA, G. et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 1996.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Safety Manual**. Colorado: Fort Collins, 1994.

CIENFUEGOS, F. **Segurança no laboratório**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

ENVIRONMENT HEALTH AND SAFETY OFFICE. **Laboratory Security and Emergencies**. Disponível em: <http://www.hawaii.edu/ehso/bio/BSM_part20.htm>. Acesso em: 18 out. 2005.

FERREIRA, N. C. **Introdução ao ArcView 3.x**. Curso de Geomática, Cefet – Góias. Cursos on line. Disponível em <www.cefetgo.br/geomatica/conline/avindex.htm> Acesso em: 11 ago. 2006.

FREITAS, C. M. Percepção de Riscos. In: TEIXEIRA, P. **Curso de aperfeiçoamento em Biossegurança: módulo 1**. Rio de Janeiro: Ead, Ensp, 2000.

LAURINI, R.; THOMPSON, D. **Fundamentals of Spatial Information Systems**. San Diego: Academic Press, 1992.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Banco de dados e sistemas de informações geográficas. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 1998. p. 31-45.

MORBIDITY AND MORTALITY WEEKLY REPORT. **Laboratory Security and Emergency Response Guidance for Laboratories Working with Select Agents**. Atlanta, 2002. v. 51.

MONTENEGRO, A. T.; FERNANDES, T. **Memórias Revisitadas: o Instituto Aggeu Magalhães na vida de seus personagens**. Recife: Instituto Aggeu Magalhães, 1997.

MOREHOUSE, S. The ARC/INFO Geographic Information System. **Computers and Geosciences**, London, v. 18, n. 4, p. 435-441, 1992.

OESO NEWSLETTER, **Durham**: Occupational and Environmental Safety Office. Oct, 2001. Disponível em: <<http://www.safety.duke.edu/newsletter/archived/SpecEdition/sururelab.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Laboratory Biosafety Manual**. 3. ed. Geneva, 2004.

SINCERO, T. C. M. **Gestão de qualidade em biossegurança para laboratório de pesquisa da área de saúde**: o caso do Laboratório de Virologia Aplicada da Universidade Federal de Santa Catarina (LVA/MIP/CCB/UFSC). 2002. Monografia (Curso de especialização em Biossegurança) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SOUZA; P. R. R. Contenção Biológica. In: MARTINS, E. V.; SILVA, F. A. L.; LOPES, M. C. M. (Org.). **Biossegurança, informação e conceitos, textos básicos**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2006. p. 195-213.

TEIXERIA, A. L. A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de Informação Geográfica**: dicionário ilustrado. São Paulo: Hucitec, 1997.