

VULNERABILIDADE DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CAMPINAS A
ACIDENTES COM O TRANSPORTE DE PRODUTOS
PERIGOSOS

Glacir Teresinha Fricke

Esta é a versão definitiva da dissertação.

Eugenio
Orientador: Prof. Dr. Eugenio da Motta Singer

BF573155

Dissertação de Tese
Glacir Teresinha Fricke
Departamento de Hidráulica e Saneamento
Faculdade de Engenharia Civil / UNICAMP
Dezembro de 1992



Dedico este trabalho ao Marcelo.

Conteúdo

Resumo	v
1 Introdução	1
2 Bacia hidrográfica do rio Piracicaba: características gerais	9
2.1 Aspectos físicos	10
2.2 Usos do solo	12
2.3 Usos da água e carga poluidora	13
2.4 Sub-bacias hidrográficas dos rios Atibaia, Jaguari e Capivari	17
2.5 Aspectos sócio-econômicos das sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari	17
2.6 Usos da água e carga poluidora nas sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari	20
2.7 Situação da área de estudo	21
3 O município de Campinas e região	24
3.1 Breve histórico regional	25
3.2 Interiorização da indústria	28
3.3 O município de Paulínia e os problemas de um complexo petroquímico	29
3.4 Os planos para Campinas - considerações finais	30
4 Banco de dados - acidentes com produtos perigosos	35
4.1 Aspectos legais	36
4.2 Banco de dados e sua importância	41
4.3 Resultados Obtidos	44
4.3.1 Considerações finais	46
5 Riscos - definição e métodos	48
5.1 Métodos de análise de perigo/risco	51
5.2 Risco aceitável, risco maior e risco emergencial	60
5.3 Fatores que influem na probabilidade de ocorrência de acidentes . . .	63

5.4	Fatores que influem nas conseqüências dos acidentes	64
5.5	Metodologia utilizada	66
6	Estudo de caso	70
6.1	Levantamento dos dados	70
6.2	Identificação das áreas críticas nas rotas principais do transporte de produtos perigosos	71
6.3	Métodos de análise - Série de Perigos e Análise Preliminar de Perigos	72
6.4	Resultados obtidos	76
7	Diretrizes para um Plano de Emergência	87
7.1	O Processo APELL	88
7.1.1	Participantes do processo APELL	89
7.1.2	Funcionamento do processo APELL	91
7.1.3	Como formar o Grupo Coordenador?	91
7.1.4	O alerta e a conscientização da comunidade	93
7.1.5	Adquirindo preparo para emergências	94
7.2	Dados que poderão ser úteis para o PPAAE	95
7.3	Considerações Finais	98
8	Conclusões	100
	Anexos	103
A6.1	. . . . .	104
A6.2	. . . . .	105
A6.3	. . . . .	106
A6.4	. . . . .	107
A6.5	. . . . .	108
	Bibliografia	109

Capítulo 1

Introdução

Todas as formas de vida na Terra, e entre elas a vida humana, necessitam de uma matéria prima fundamental — a **ÁGUA**. Ela, que circula na biosfera através do que chamamos ciclo hidrológico, deve ser considerada como toda a parte líquida do globo terrestre. De pequenas nascentes surgem os mananciais menores, que são engrossados à medida que percorrem os vales, formando junto com a porção de terra de sua área de influência as chamadas bacias hidrográficas [51]. Segundo a UNESCO 1964-1974 - Estudos Hidrológicos do Globo Terrestre [28] esta parte líquida é formada por $1,38 \times 10^9 \text{ km}^3$ de água salgada, correspondentes a 97,3% do total, e $0,38 \times 10^8 \text{ km}^3$ de água doce, ou seja apenas os restantes 2,7%. A disponibilidade hídrica de superfície na terra, para os diversos usos, é de 1448 mil m^3/s e a do Brasil é de 177,9 mil m^3/s , correspondendo a 12,3% do total.

Como proteger o ambiente e usar racionalmente os recursos naturais tem sido nas últimas décadas um dos mais importantes problemas enfrentados pela sociedade em geral. A relação *homem - ambiente* deve ser harmônica e devem ser desenvolvidos estudos com fundamentação científica no sentido de otimizar a “qualidade do ambiente” [46]. Os principais problemas envolvem a proteção de depósitos minerais, de água e de terra cultivável, locação racional de indústrias, desenvolvimento de rede de comunicações, crescimento da população, desenvolvimento urbano, econômico, técnico e medidas para combate à poluição do ambiente, problemas de medição de qualidade ambiental e localização de áreas de lazer e recreação.

Doze princípios básicos da Carta Européia, promulgada pelo Conselho da Europa em Strasbourg, França, em maio de 1968, ensinam a atitude que a Humanidade deve ter diante da questão **ÁGUA**:

- 1. Não há vida sem água. A água é um bem precioso indispensável a todas as atividades humanas.

- 2. Os recursos hídricos não são inesgotáveis. É necessário preservá-los, controlá-los e, se possível, aumentá-los.
- 3. Alterar a qualidade da água é prejudicar a vida do homem e dos outros seres vivos que dela dependem.
- 4. A qualidade da água deve ser mantida em níveis adaptados às utilizações previstas e, em especial, satisfazer as exigências da saúde pública.
- 5. Quando a água, após ser utilizada, volta ao meio natural, não deve comprometer as utilizações que dela serão feitas posteriormente.
- 6. A manutenção de uma cobertura vegetal apropriada, de preferência florestal, é essencial para a conservação dos recursos hídricos.
- 7. Os recursos hídricos devem ser objeto de um inventário.
- 8. A eficiente gestão da água deve ser objeto de planos definidos pelas entidades competentes.
- 9. A salvaguarda da água implica um esforço importante de investigação científica, de formação técnica de especialistas e de informação pública.
- 10. A água é um patrimônio comum, cujo valor deve ser reconhecido por todos. Cada um tem o dever de economizá-la e utilizá-la com cuidado.
- 11. A gestão dos recursos hídricos deve inserir-se no âmbito da bacia hidrográfica natural e não no das fronteiras administrativas e políticas.
- 12. A água não tem fronteiras. É um bem comum que impõe uma cooperação internacional.

A água que consideramos neste estudo não é aquela pura, formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, pois contém uma variedade de substâncias que a tornam mais ou menos adequada para os diferentes tipos de uso. Os sistemas de abastecimento devem portanto manter um monitoramento constante a fim de detectar possíveis anormalidades e garantir a qualidade dentro dos parâmetros legais, preenchendo os chamados padrões de potabilidade. De acordo com o procedimento analítico aplicado à água podemos descobrir suas características biológicas, químicas ou físicas. Com respeito às características biológicas o índice de qualidade é determinado através da quantidade de coliformes fecais. Para as características químicas

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Eugenio da Motta Singer, pela criatividade na escolha do tema.

Aos professores José Emílio Maiorino, Manuel Folledo, Oswaldo Sevá e Rosely Ferreira dos Santos pelas discussões sobre o tema deste trabalho.

Ao amigo Matioli pela elaboração do programa do Banco de Dados.

Aos Bombeiros de Paulínia e de Campinas.

À Polícia Rodoviária de Limeira e de Campinas.

À FEPASA de Campinas.

À FAPESP e à UNICAMP pela ajuda financeira.

Aos amigos Chico, Cláudia, Denise, Emília, Fábio, Fernando, Geraldo, Julião, Luiz, Marcião, Márcio, Marli, Melanie, Mineira, Mineiro, Nádia, Paco, Paulinho, Pedrão, Regina, Rinaldo, Rogério, Rosecléa, Silmara, Simone, Sieghard, Vanice, Verônica, Virginia, Waldyr.

VULNERABILIDADE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CAMPINAS DEVIDO A ACIDENTES COM O TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

Resumo

Este trabalho objetivou identificar e analisar as áreas críticas de risco para o sistema de abastecimento de água do município de Campinas (SP) devido ao transporte de produtos perigosos. Para tanto, desenvolvemos uma metodologia que levou em consideração a criação de um banco de dados sobre os acidentes deste tipo, a identificação em mapa das áreas de acidentes e a definição de áreas vulneráveis, baseada em características do meio circundante. As premissas metodológicas foram avaliadas através de um estudo de caso, cuja área de análise centrou-se nas sub-bacias dos rios Atibaia e Capivari. Os resultados indicam que a região concentradora de perigos é formada pela zona urbana de Campinas e adjacências, principalmente nas rodovias Dom Pedro I, Anhangüera e Bandeirantes, próximo aos pontos de captação de água do município.

o índice de qualidade é definido em termos das concentrações desejáveis de algumas substâncias presentes na água enquanto que para as análises físicas são estudados os parâmetros cor, turbidez, odor, sabor e temperatura. A avaliação das condições físicas, químicas e biológicas é a garantia de que os serviços de abastecimento público fornecem de fato água de boa qualidade.

A falta de água para abastecimento público tem sido uma constante preocupação por parte do governo do estado de São Paulo, que enfrenta o conflito entre a escassez de recursos hídricos e a política de incentivo ao desenvolvimento através de uma exploração cada vez maior do potencial de uso e ocupação do solo para a agricultura, atividades da agro-indústria, implantação industrial e conseqüente assentamento da população que vem ao encontro do “*progresso*”.

A situação de poluição hídrica existente na região próxima ao município de Campinas está constantemente *ameaçada de agravamento*, principalmente pelas descargas dos efluentes sem tratamento prévio provenientes das cidades e das indústrias tóxicas e dos acidentes com produtos potencialmente perigosos.

A inexistência de planos para o uso adequado da água gera o caos da falta, em quantidade e qualidade. Verificamos que as decisões econômicas e políticas sobre a água devem ser mais abrangentes que ao nível de município, estado e federação ao considerarmos a água como parte do globo, de acordo com o 12º princípio da Carta Européia já descrito anteriormente. Em instâncias menores a gestão dos recursos hídricos poderá ser feita através de consórcios intermunicipais, a exemplo do que vem ocorrendo no estado de São Paulo, com os consórcios das bacias hidrográficas do Piracicaba e Capivari.

O desempenho do sistema de abastecimento de água de um município pode ser analisado sob diversos aspectos envolvendo critérios pré-determinados relativos por exemplo aos benefícios, concentração da poluição, ou algumas variáveis operacionais. Um balanço entre os critérios de confiabilidade, vulnerabilidade e recuperabilidade (*resilience*) do sistema em situações de risco deve ser também incorporado aos estudos, como medida de desempenho na seleção de sistemas de recursos de água e políticas operacionais [36]. À medida que o sistema tornar-se mais confiável menor será a probabilidade de que uma falha ocorra, enquanto que a vulnerabilidade está relacionada com a magnitude da falha. Quando esta ocorrer importa então o quão rapidamente o sistema será recuperado. As medidas preventivas são recursos usados para que a confiabilidade seja aumentada, enquanto as medidas emergenciais procuram diminuir a vulnerabilidade. No caso do sistema de abastecimento público atingido por produtos potencialmente tóxicos é preciso saber quais são os meios disponíveis, tais como planos de emergência, para que a situação volte ao normal rapidamente.

Por definição toxicidade é o quociente da quantidade de substância necessária

para matar um animal, pelo peso do animal expresso em quilogramas. O parâmetro utilizado para classificar as substâncias quanto ao grau de toxicidade é o DL50¹ e a dosagem. As pesquisas realizadas utilizam para a determinação desses parâmetros cobaias, não fornecendo portanto dados concretos dos efeitos reais sobre o homem.

A vulnerabilidade, isto é a dimensão provável da consequência de uma falha [36] do sistema de abastecimento de água de Campinas, é o que estudamos neste trabalho, apontando os aspectos principais a serem levados em consideração por parte do poder público interessado na qualidade de vida da população, ao decidir pelos rumos que serão dados para o uso e a ocupação desta região de Campinas, com seus recursos hídricos limitados.

• Objetivo

A pesquisa desenvolvida identificou as áreas de perigo para o sistema de abastecimento de água de Campinas devido a acidentes com o transporte de produtos potencialmente perigosos² que possam vir a ocorrer próximo à rede hidrográfica ou nos locais de captação dos sistemas produtores do Atibaia e Capivari, a fim de propor as diretrizes para um plano de emergência regional.

• Justificativa

Os acidentes ocorridos no mundo nas últimas décadas servem de alerta, e clamam por uma análise crítica das tecnologias existentes em relação aos riscos intrínsecos do processo produtivo industrial, ao risco aceitável pela população envolvida, e também com relação ao risco maior, resultado das consequências catastróficas destes eventos indesejáveis.

Alguns eventos críticos ao nível mundial são apresentados a seguir e foram retirados do trabalho: “Caracterização das condições de saúde em Campinas e Paulínia - Notas sobre a viabilidade da usina UTE na região ” [6]:

- Em 1948, em Donora, Pennsylvania (USA), por má dispersão de poluentes no ar devido a inversão térmica, 6000 pessoas intoxicadas e 20 pessoas mortas.

¹Significa a dose letal para 50% dos ratos que ingeriram a substância em mg/Kg.

²Produtos perigosos são aqueles assim classificados segundo a ONU e adotados nas normas brasileiras.

- Em 1952, em Londres (Inglaterra), por má dispersão de poluentes no ar devido a inversão térmica, 4000 mortos.
- Em 1956, na Baía de Minamata (Japão), contaminação com mercúrio causou 79 mortos.
- Em 1975, em Santo André, SP (Brasil), por má dispersão de poluentes no ar devido a inversão térmica, várias pessoas intoxicadas.
- Em 1976, em Salvador, BA (Brasil), foram feitas descargas de cloro na atmosfera, com 2000 pessoas intoxicadas.
- Em 1977, em Bicas, MG (Brasil), por má dispersão de poluentes no ar devido a inversão térmica, 26 pessoas mortas.
- Em 1983, Vila Parisi, Cubatão, SP (Brasil), vazamento de amônia, sem vítimas.
- Em 1984, Vila Socó, Cubatão (Brasil), vazamento e incêndio sobre o mangue, causando mais de 500 mortos (97 oficialmente).
- Em 1986, Tchernobyl, Ucrânia (URSS), incêndio em Usina Nuclear e contaminação radioativa, várias pessoas contaminadas e removidas da cidade.
- Em 1987, Goiânia, GO (Brasil), manipulação indevida de uma bomba de Césio, diversas pessoas contaminadas, 4 pessoas mortas e uma rua inteira desapropriada.

Os dados seguintes, provenientes de recortes de jornais e noticiários locais foram reunidos durante o desenvolvimento deste estudo (A1):

Em 1989, em Cubatão, SP (Brasil) - "Poluente da COSIPA adoecce trabalhadores" (Correio Popular, Campinas, 09.04.89).

Em 1989 na costa do Alasca - "Costa do Alasca ainda está poluída por óleo, 40 milhões de litros de petróleo cru" (Folha de S. Paulo, 07.07.89).

Em 1989, estado do Paraná (Brasil) - "Óleo polui água de Curitiba deixando sem abastecimento 1,2 milhão de pessoas" (Folha de S. Paulo, 16.08.89).

Em 1990 nos Estados Unidos - "Óleo em rio prejudica abastecimento, 760 mil litros de óleo vazaram" (Folha de S. Paulo, 04.04.90).

Em 1990 no Rio de Janeiro (Brasil) - "Carga tóxica vazou", houve morte do motorista e retirada da população vizinha (Jornal Nacional, Rede Globo, 02.08.90).

- Em 1990 na Bahia (Brasil) - “Tanque de amônia explode em pólo químico” (Folha de S. Paulo, 03.08.90).
- Em 1990 em Gibraltar - “Petroleiro vaza 8 mil ton de óleo” (Folha de S. Paulo, 08.08.90).
- Em 1990 na Bahia (Brasil) - “Acidente com tanque de ácido fosfórico explode e mata operário” (Folha de S. Paulo, 21.09.90).
- Em 1990 no Cazaquistão - “Cazaquistão define zona de desastre ecológico” devido a gás tóxico produzido por incêndio de usina nuclear (Folha de S. Paulo, 01.10.90).
- Em 1990 em São Luís, MA (Brasil) - “Navio derrama 5 mil ton de óleo no litoral do MA, óleo atinge praias” (Folha de S. Paulo, 06.10.90).
- Em 1990 no Pará (Brasil) - “Caminhão capota com ácido e explode” houve morte do motorista (Folha de S. Paulo, 12.10.90).
- Em 1991, São Paulo (Brasil) “Vazamento de gás causou explosão no bairro do Brás” (Folha de S. Paulo, 05.02.91).
- Em 1991 em Paulínia, SP (Brasil) - “Mortandade de peixe no Atibaia” dez toneladas (Folha de S. Paulo, 25.02.91).
- Em 1991 na Bahia (Brasil) - “50 toneladas de gás amônia vazaram” (Folha de S. Paulo, 01.05.91).

Segundo Lagadec [41] “O risco maior, a magnitude dos acidentes e tragédias humanas e de outras espécies vivas provocam efeitos destrutivos apavorantes que levam a ciência e a técnica a serem desacreditadas”. Este também é o pensamento de Perrow e Nelkin [41] que têm se mostrado descrentes em relação às esperanças depositadas nas tecnologias de ponta. Diante do impasse em que o desenvolvimento gera riscos cada vez maiores, somos de opinião que um planejamento prevendo capacitação técnica, dispositivos de segurança e planos de emergência fará com que as indústrias, o poder público e a população estejam preparados para enfrentar as possíveis situações de perigo/risco, podendo minimizar as conseqüências dos acidentes, evitando as catástrofes muitas vezes resultantes da falta de informação, ou da dificuldade de acesso a ela. Por exemplo, o condutor de um veículo que transporta produtos perigosos nem sempre tem conhecimento do material que está transportando, muito menos dos perigos a que está sujeito, e menos ainda das conseqüências de um acidente.

Os exemplos de explosões, vazamentos, derramamentos e outros tipos de acidentes encontrados durante o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa devem ser considerados antes que situações irreversíveis possam acontecer. O respeito pelo trabalhador e pela população não pode ser negligenciado, e nem podem ser encobertas as condições reais por ocasião de acidentes, visto que cabe à Defesa Civil do município contar com pessoal tecnicamente equipado e treinado para tais emergências.

Como diz Kolbassov [40] cabe ao Estado “ o papel importante na solução dos problemas ecológicos”. Nossa Constituição Federal fornece o amparo legal em relação ao assunto que estamos estudando, **Vulnerabilidade do Sistema de Abastecimento de Água de Campinas**, em seu item V, do parágrafo 1º, artigo 225, que atribui à União a responsabilidade de “Controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem riscos para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”.

- Escopo do trabalho

No segundo capítulo tratamos da caracterização geral da área quanto aos diversos aspectos físicos, uso e ocupação do solo, usos da água e carga poluidora. Apresentamos ainda dados mais específicos para as sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari. As duas primeiras são sub-bacias do rio Piracicaba e a última foi incluída no estudo por ser o segundo principal sistema produtor para o abastecimento de Campinas.

O terceiro capítulo contém um estudo mais aprofundado do município de Campinas e regiões limítrofes quanto a sua história, desenvolvimento, ocupação espacial e crescente industrialização, com destaque para o município de Paulínia, onde se localizam a REPLAN (Refinaria do Planalto) e várias indústrias químicas.

No quarto capítulo apresentamos o banco de dados, desenvolvido especialmente para registrar os acidentes com produtos perigosos na região em estudo, fornecendo relatórios por datas, locais, tipos de produto e quantidades. Acrescentamos a este capítulo os aspectos legais ao nível federal, estadual e municipal. Esta etapa do trabalho subsidia o trabalho de análise de perigo/risco, e a proposta das diretrizes do plano de emergência para a área do município de Campinas e região.

No quinto capítulo tratamos dos conceitos de perigo e risco a serem empregados e fazemos uma descrição sucinta dos métodos analíticos existentes. Apresentamos ainda a metodologia a ser utilizada.

No sexto capítulo apresentamos o estudo de caso nas sub-bacias hidrográficas do Atibaia e Capivari, classificando as áreas críticas identificadas dentro das faixas de risco aceitável, risco emergencial e risco inaceitável.

No sétimo e último capítulo apresentamos as conclusões e diretrizes para um plano de emergência regional.

Capítulo 2

Bacia hidrográfica do rio Piracicaba: características gerais

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba encontra-se entre os paralelos $22^{\circ}4'49''$ e $23^{\circ}18'54''$ a oeste de Greenwich e os meridianos $45^{\circ}50'30''$ e $48^{\circ}34'24''$ de longitude sul no estado de São Paulo, Brasil. Sua posição geográfica, bem como as tendências de uso do solo e utilização da água, podem ser vistas na figura 2.1.

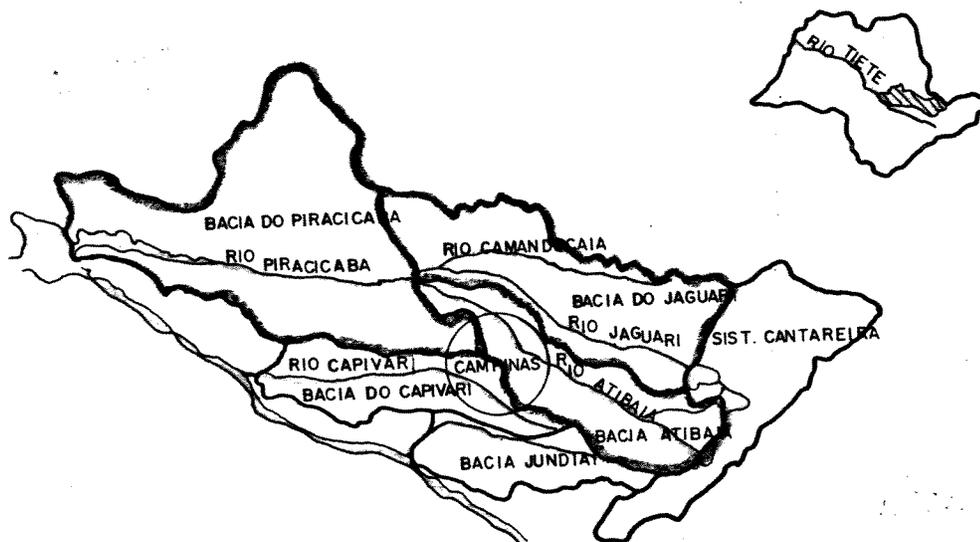


Figura 2.1: Mapa da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, estado de São Paulo, DAEE, 1988 [27].

Percorrendo a região no sentido leste-oeste por cerca de 250 *km* e apresentando uma largura média de 50 *km* no sentido norte-sul, a bacia hidrográfica do rio Piracicaba drena uma área de 12400 *km*². As cabeceiras encontram-se na serra da Mantiqueira em cota superior a 1700 metros, e a foz no reservatório de Barra Bonita no rio Tietê, cuja cota no topo da barragem é de 456 metros [23, 27].

A rede hidrográfica compreende basicamente os rios Piracicaba, Atibaia e Jaguari. O rio principal é o Piracicaba que recebe como afluentes os rios Atibaia e Jaguari. O rio Piracicaba é um dos mais importantes contribuintes do rio Tietê pela margem direita, junto à Represa Barra Bonita. Sua vazão média é de 140 *m*³/*s*, podendo chegar a 25 *m*³/*s* em época de estiagem [20].

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba pertence à região administrativa de Campinas. Abrange as sedes de quarenta municípios paulistas e quatro municípios mineiros, com uma população aproximada de 2.340.000 habitantes [23, 27]. Neste capítulo tratamos dos aspectos gerais da bacia hidrográfica do rio Piracicaba e das sub-bacias dos rios Atibaia, Jaguari e Capivari, apresentados nos seguintes itens:

1. Aspectos físicos.
2. Usos do Solo.
3. Usos da água e carga poluidora.
4. Sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari.
5. Aspectos sócio-econômicos das sub-bacias.
6. Usos da água e carga poluidora das sub-bacias.
7. Situação da área de estudo.

2.1 Aspectos físicos

A região de abrangência da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, que pertence à zona hidrográfica nº1, sub-zona hidrográfica nº11 [26], sofre influência dos climas sub-tropical e tropical, devido à sua localização próxima ao Trópico de Capricórnio.

O mês mais frio do ano tem temperatura média inferior a 18°C e o mais quente do ano supera 22°C.

A direção preferencial dos ventos na maior parte do ano é para noroeste com velocidades médias próximas de 10 *km/h*. Como segunda direção preferencial os ventos sopram para sudeste com velocidades um pouco superiores às anteriores; no entanto, devemos destacar que na estação chuvosa a direção dos ventos é alterada para o sudoeste.

A precipitação média é de 1500 *mm/ano* nas cabeceiras dos rios Atibaia e Jaguari, que ficam na serra da Mantiqueira; seguindo na direção noroeste este valor cai para 1300 *mm/ano*, chegando na sub-bacia do rio Capivari, próximo a Campinas, a 1100 *mm/ano*.

- Características pedológicas e da vegetação

Os principais tipos de solo encontrados na região são: Latossolo roxo, Latossolo vermelho-amarelo, Podzol vermelho-amarelo e Litossolos [33].

- Latossolo roxo: são solos de textura argilosa, relevo suave a ondulado, compacto. Apresentam-se em duas variedades – o latossolo roxo eutrófico, que apresenta elevado potencial agrícola, e o latossolo roxo distrófico. A vegetação original foi praticamente substituída e atualmente estes solos são ocupados na sua maior parte com plantações de eucaliptos e cana-de-açúcar [21].
- Latossolo vermelho-amarelo: é um solo de textura argilosa, compacto com relevo suave a ondulado. Sob o ponto de vista químico é um solo muito ácido, de pH médio inferior a 5 (cinco). A vegetação original de cerrados e cerradões foi substituída por pastagens, cana-de-açúcar e reflorestamento com eucalipto.
- Podzol vermelho-amarelo ou Podzólicos vermelho-amarelos: são solos moderadamente drenados, ácidos e com saturação de bases baixa. A vegetação original foi substituída para plantar cana-de-açúcar e secundariamente para pastagens, reflorestamento com eucalipto e culturas anuais.
- Litossolo: são solos areno-quartzosos, muito ácidos, excessivamente drenados, com parte ainda da mata original de cerrado.

O tipo de solo e a vegetação são fatores que influem na velocidade com que um vazamento, ou derramamento de produto perigoso, pode atingir o sistema de abastecimento de água de uma cidade. Tendo em vista que este é o objetivo do nosso trabalho, voltaremos a tratar do assunto no capítulo 5, no item onde apresentamos os fatores que influem nas conseqüências dos acidentes.

2.2 Usos do solo

A população dos municípios da bacia do Piracicaba ocupa apenas 20% da área total da bacia. Estes 20% fazem parte da região denominada *Entorno Metropolitano*, que abriga 70% da população do estado, segundo o censo de 1980. A taxa média de crescimento demográfico na década 70/80 foi a mais elevada de todo o estado de São Paulo, sendo superior às taxas registradas na grande São Paulo e demais regiões.

A evolução demográfica na bacia do Piracicaba pode ser conferida na Tabela 2.1 onde mostramos o aumento do grau de urbanização ocorrido entre 1950 (52%) e 1980 (87%). Apesar de não contarmos com estes dados atualizados pelo último censo do IBGE, podemos afirmar que os municípios desta bacia hidrográfica continuam entre os que mais crescem em população no estado de São Paulo.

Ano	População (hab)		Grau de Urbanização (%)
	total	urbana	
1950	597.000	312.600	52
1960	838.000	543.700	65
1970	1.211.600	930.900	77
1980	1.997.400	1.738.100	87

Tabela 2.1: Evolução Demográfica na Bacia do Rio Piracicaba, DAEE, 1984 [24]

- Agricultura

Na década de 60 a região de Campinas apresentava uma agricultura moderna, desenvolvida e diversificada, sendo que suas culturas eram principalmente cana, soja e laranja. A cultura da cana-de-açúcar foi incrementada a partir da década de 70 com o programa Proálcool, que transformou nas últimas décadas a maior parte da área usada na agricultura em plantações de cana-de-açúcar que se estendem por toda a faixa oeste de Americana até a represa de Barra Bonita. Entre Americana, Limeira e Artur Nogueira a predominância é da cultura de *citrus*. A cana-de-açúcar, *citrus* e algodão ocupam os melhores solos, enquanto que os demais são aproveitados em sua maior parte para pastagens, e em menor quantidade para silvicultura, hortifrutigranjeiros, fruticultura e diversos tipos de culturas anuais.

Segundo o Censo do IBGE/80 [23] a área ocupada pela agricultura na bacia do Piracicaba era de 346.000 *ha* (3460 *km*²), ou seja 28% do solo de toda a bacia hidrográfica.

- Indústria

O censo industrial de 1980 realizado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [24] apresenta o número de estabelecimentos industriais no ano de 1980, que era de 6561, ocupando 221.235 trabalhadores, ou seja 12,73% da população total de 1.738.137 em 1980 [25] na bacia do Piracicaba.

Estão registradas no cadastro industrial da Cetesb de 1987, 4871 indústrias na bacia do rio Piracicaba. Este dado é bastante inferior ao apresentado anteriormente pelo IBGE, pois neste período houve uma diminuição das pequenas e médias indústrias.

As atividades industriais de maior destaque no cenário regional desenvolvem-se nos ramos da química, com 23,3% do VTI¹ regional localizadas principalmente em Paulínia, têxtil com 8,4% em Americana e Santa Bárbara do Oeste, alimentos com 8,4% em Campinas e mecânica com 15% em Campinas e Piracicaba [8].

2.3 Usos da água e carga poluidora

- Usos da água

O crescimento populacional, o alto índice de urbanização, a intensa ocupação industrial e a utilização do solo para a agricultura aumentam a demanda hídrica, podendo acarretar sérios problemas visto que a disponibilidade de água é limitada.

Na bacia hidrográfica do rio Piracicaba 97% do abastecimento é feito por águas superficiais, sendo os restantes 3% por poços profundos, devido às condições geológicas desfavoráveis para este tipo de utilização do manancial [29].

Os municípios da bacia hidrográfica em questão possuem sistemas de abastecimento de água, com índice de atendimento aproximado de 95% da população urbana [27]. Apresentamos na tabela 2.2 o resumo dos relatórios apresentados ao DAEE

¹Valor de Transformação Industrial

Usos	Demanda		Descarga		Consuntivo	
	1984	1990	1984	1990	1984	1990
Doméstico	6,00	8,90	4,70	6,60	1,3	2,3
Agricultura	8,60	10,40	-	-	6,88	8,32
Indústria	12,10	13,60	7,00	8,30	5,10	5,30
Rev. Jund.	-	-	-	-	1,0	1,0
Rev. RMSP	-	-	-	-	31,0	31,0
Total	26,70	32,90	11,70	14,90	45,20	47,92

Tabela 2.2: Usos da Água na Bacia do Rio Piracicaba, em m^3/s - DAEE, 1989 [51].

pela consultoria do COPLASA S/A - Engenharia de Projetos, referentes ao consumo (consuntivo)², a demanda³ e a descarga⁴ [51] cujas projeções foram calculadas a partir de médias anuais. O uso consuntivo doméstico chega a 25,8% da demanda doméstica de 1990, o uso consuntivo industrial é de aproximadamente 39% da demanda industrial do mesmo ano e o agrícola 80%. Entre os grandes consumidores estão a Rhodia Indústrias Químicas SA do município de Paulínia, responsável por 42% do consumo industrial de toda a bacia [30], captando cerca de $4m^3/s^5$, vindo logo após a Ripasa SA Celulose e Papel com $0,5 m^3/s^6$ [25].

- Reversões de bacias hidrográficas

Para atender às necessidades da região metropolitana de São Paulo são revertidos $31 m^3/s$ da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, através do sistema Cantareira, para a unidade hidrográfica do Alto Tietê⁷, $0,7 m^3/s$ para Jundiaí e cerca de $1,2 m^3/s$ dos esgotos de Campinas para a unidade hidrográfica do Tietê/Sorocaba.

As unidades hidrográficas do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista fazem parte das bacias industrializadas no estado de São Paulo, e devem ser analisadas

²Consuntivo = o que não retorna para a bacia.

³Demanda = necessidade de água.

⁴Descarga = o que é devolvido ao corpo hídrico.

⁵Aproximadamente 50% da demanda da sub-bacia do Atibaia e 12% de toda a demanda da bacia do Piracicaba.

⁶Aproximadamente 30% da demanda da sub-bacia do Atibaia e 7% da bacia do Piracicaba.

⁷Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos [29] a reversão é de apenas $25 m^3/s$.

em conjunto por estarem hidraulicamente conectadas pelos Sistemas Cantareira e Billings. Os planos ultrapassam os limites administrativos municipais e das bacias hidrográficas, já que as reversões alteram os princípios das recargas dos aquíferos, exigindo planos regionais, o que já é meta do PERH⁸ [29].

- Carga poluidora

A carga poluidora é causada pelos efluentes líquidos e gasosos de origem urbana, industrial, hospitalar e da agricultura, e também dos resíduos sólidos domésticos, industriais, hospitalares e originados pelo carreamento do solo ocupado pela agricultura nas entressafras.

Segundo relatório da CETESB [11] a população servida em 1988 por rede pública coletora de esgotos foi de 1.671.710 habitantes, sendo que destes apenas 45.000 habitantes lançam seus despejos em tratamentos biológicos, o que corresponde a apenas 3% do total. A carga poluidora potencial⁹ gerada pelos municípios é de 98.288 *kg* DBO/dia. Somente Campinas contribui com 26% da carga remanescente¹⁰. Na tabela 2.3 temos a população urbana servida, o percentual de atendimento pela rede de esgotos e carga poluidora por município.

Se por um lado os despejos líquidos de origem orgânica provenientes dos esgotos domésticos ou urbanos, como também são chamados, são responsáveis por grande parte da carga poluidora nesta bacia, por outro lado temos a poluição proveniente da carga orgânica de origem industrial que em 1988, segundo a CETESB[11], apresentou uma carga potencial de 1.615.700 *kg* DBO/dia, isto é 12,7 vezes maior que a carga doméstica. Entretanto, ainda segundo o mesmo relatório a indústria trata de seus efluentes e portanto a carga remanescente é de 79.100 *kg* DBO/dia, inferior à carga remanescente doméstica.

Em função dos números apresentados poderíamos responsabilizar os esgotos domésticos dos municípios como os maiores poluidores na bacia, porém os rejeitos industriais não são constituídos apenas de carga orgânica e assim ainda contamos com a quantia de 88 *kg/dia* de carga poluidora industrial por metais pesados, sendo que após tratamento ainda são lançados na bacia aproximadamente 50% deste valor, 40 *kg/dia* [11].

⁸Plano Estadual de Recursos Hídricos.

⁹Potencial = carga orgânica total gerada.

¹⁰Remanescente = carga orgânica efetivamente lançada nos corpos de água.

Município	População		Carga Poluidora kg DBO/dia			
	servida	% atend	potencial	real	remanescente	% remoção
Águas de S.Pedro	3.200	62	280	172	172	-
Americana	165.000	89	9.990	8.910	8.910	-
Amparo	39.000	90	2.322	2.106	2.106	-
Artur Nogueira	13.000	87	810	702	98	86
Atibaia	46.000	62	3.996	2.484	2.484	-
Bom Jesus dos Perdões	3.500	38	496	189	189	-
Bragança Paulista	57.400	70	4.428	3.100	3.100	-
Campinas	480.000	80	32.400	25.920	24.883	4
Charqueada	4.800	80	324	259	31	88
Cordeirópolis	8.700	98	480	470	470	-
Cosmópolis	23.000	68	1.836	1.242	1.242	-
Iracemópolis	7.600	89	459	410	350	85
Itatiba	42.000	84	2.700	2.268	2.268	-
Itirapina	5.250	75	378	283	57	80
Jaguariúna	12.700	85	810	686	686	-
Limeira	185.000	89	11.232	9.990	9.490	5
Morungaba	4.200	67	340	227	23	90
Nova Odessa	35.000	89	11.232	9.990	9.490	5
Paulínia	18.300	61	1.620	988	988	-
Pedreira	19.000	73	1.404	1.026	1.026	-
Piracaia	8.700	76	621	470	470	-
Piracicaba	240.000	92	14.040	12.960	12.960	-
Rio Claro	127.000	93	7.398	6.858	6.858	-
Rio das Pedras	15.200	95	864	820	820	-
Sta Bárbara d'Oeste	95.000	73	7.020	5.130	5.130	-
Sta Gertrudes	7.200	80	486	389	40	80
Sto Antonio da Posse	2.000	20	540	108	108	-
São Pedro	15.200	95	864	820	820	-
Sumaré	48.000	24	10.800	2.592	2.592	-
Valinhos	44.000	79	3.024	2.376	2.186	8
Vinhedo	20.000	67	1.620	1.080	1.080	-

Tabela 2.3: Cargas Poluidoras na Bacia do rio Piracicaba, por município, fonte CETESB

2.4 Sub-bacias hidrográficas dos rios Atibaia, Jaguari e Capivari

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba, devido à sua extensa área de drenagem, foi subdividida em sub-bacias, entre as quais se encontram a do Atibaia, drenando 2.650 km^2 , e a do Jaguari, abrangendo 4.400 km^2 . A subdivisão é adotada para o desenvolvimento de estudos de planejamento, visto que a intensa carga poluidora causa modificações qualitativas e quantitativas ao longo da bacia. A sub-bacia do Capivari não pertence à bacia do Piracicaba — ela é parte da bacia hidrográfica do rio Tietê. Seu estudo é porém necessário por ser o segundo principal sistema produtor para o abastecimento de água de Campinas. O rio Capivari atende toda a população residente nos Distritos Industriais de Campinas (I, II, III, IV e V), mais conhecidos como DIC.

O rio Atibaia nasce em São Paulo da união dos rios Cachoeira e Atibainha. Tem como afluentes o ribeirão Anhumas e o ribeirão Pinheiros. O primeiro drena parte da área urbana de Campinas a montante do município de Paulínia. O segundo afluente drena Valinhos e Vinhedo. O ribeirão Quilombo, embora seja afluente do rio Piracicaba, devido à proximidade com a área do município de Campinas drena parte das áreas urbanas deste município e dos municípios de Sumaré, Nova Odessa e Americana.

O rio Jaguari nasce em Sapucaí-Mirim (MG) e segue para o estado de São Paulo, onde recebe como afluentes principais os rios Camanducaia e Jacaréí. O rio Capivari, que nasce entre Jundiá e Itatiba, é afluente da margem direita do rio Tietê. Os ribeirões da Forquilha e Palmeiras e o córrego do Bonfim são afluentes do rio Capivari.

Na tabela 2.4 apresentamos os principais municípios das sub-bacias, manancial de captação e corpo receptor de efluente urbano.

2.5 Aspectos sócio-econômicos das sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari

- Dados populacionais

A tabela 2.5 nos fornece os dados populacionais por município e por sub-bacia hidrográfica no ano de 1980 [10]. A sub-bacia do Atibaia apresenta um contingente

Município	Manancial de Captação	Corpo Receptor de Efluente Urbano
Americana	R. Piracicaba	Rib. Quilombo
Atibaia	R. Atibaia	R. Atibaia
Bom Jesus dos Perdões	R. Cachoeirinha	R. Atibaia
Bragança Paulista	R. Jaguari	Rib. Lavapés
Campinas	R. Atibaia R. Capivari	Rib. Anhumas Rib. Quilombo R. Capivari R. Piçarrão R. Atibaia
Capivari	Cor. Forquilha	R. Capivari
Itatiba	R. Atibaia	R. Atibaia
Jaguariúna	R. Jaguari	R. Jaguari
Limeira	R. Jaguari	Rib. Tatu
Louveira	Cor. Fetá	R. Capivari
Monte Mor	R. Capivari-Mirim	R. Capivari
Nazaré Paulista	R. Atibainha	R. Atibainha
Paulínia	R. Jaguari	R. Atibaia
Pedreira	R. Jaguari	R. Jaguari
Piracaia	R. Cachoeira	R. Cachoeira
Rafard	poço	R. Capivari
Rio Claro	Rib. Claro Reversão R. Corumbataí	Cor. Servidão R. Corumbataí Rib. Claro Cor. Lavapés
Sumaré	Cor. Pinheirinho Rib. Hortolândia	Rib. Quilombo
Valinhos	Cor. Bom Jardim Cor. Iguatemi	Rib. Pinheiros
Vinhedo	Cor. Cachoeira Cor. Alagado	Rib. Pinheiros R. Cachoeira

Tabela 2.4: Localização dos pontos de captação superficial para abastecimento público e lançamento de efluente urbano, fonte CETESB [10]

Sub-bacia	Município	População (hab)	
		Urbana	Total
Atibaia	Atibaia	48.445	57.807
	B.Jesus Perdões	5.521	7.090
	Campinas	591.429	664.559
	Itatiba	35.537	41.631
	Jarinú	1.180	6.209
	Nazaré Paulista	2.479	8.414
	Paulínia	19.080	20.755
	Piracaia	8.157	16.189
	Valinhos	37.484	48.922
	Vinhedo	21.029	21.641
Sub-total	-	770.323	893.217
Jaguari	Amparo	30.480	41.598
	Artur Nogueira	6.972	11.815
	Bragança Paulista	64.363	84.048
	Cosmópolis	18.883	23.232
	Jaguariúna	9.278	15.210
	Joanópolis	3.285	7.752
	M.Alegre Sul	1.634	4.860
	Morungaba	4.583	6.525
	Pedra Bela	676	4.690
	Pedreira	19.673	21.383
	Pinhalzinho	2.144	6.396
Sto Ant.Posse	7.121	10.872	
Sub-total	-	166.027	238.381
Capivari	Monte Mor	6.887	14.020
	Capivari	19.766	25.173
	Rafard	3.793	5.929
	Elias Fausto	3.957	8.288
Louveira	8.174	10.327	
Sub-total	-	42.577	63.737

Tabela 2.5: População dos Municípios por sub-bacia hidrográfica, fonte CETESB [10]

populacional aproximadamente quatro vezes maior que a sub-bacia do Jaguari e quatorze vezes maior que a sub-bacia do Capivari. Cabe uma ressalva pois a população de Campinas foi computada totalmente na sub-bacia do Atibaia, o que não é expressão da realidade pois sua população apresenta-se distribuída pelas sub-bacias do Atibaia, Piracicaba e Capivari.

- Agricultura nos municípios das sub-bacias

O uso do solo pela agricultura nas sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari segue a mesma linha encontrada em toda a bacia hidrográfica do rio Piracicaba, porém é bom destacarmos que o município de Rio das Pedras tem 60% de sua área ocupada pela cana-de-açúcar, seguido de Cordeirópolis com 45% e Santa Bárbara do Oeste com 43% [37].

- Indústria

A política de interiorização das atividades industriais no estado de São Paulo teve início na década de 70, através da descentralização industrial da *Região Metropolitana de São Paulo*(RMSP).

Segundo o cadastro industrial da CETESB, de 1987 [14], o município de Campinas apresentava 709 indústrias na bacia hidrográfica do Capivari e 858¹¹ da bacia hidrográfica do Piracicaba (distribuídas nas sub-bacias Piracicaba, Atibaia e Jaguari), ou seja 18% de toda a indústria da bacia do rio Piracicaba. O município de Paulínia apresenta 72 indústrias na sub-bacia do Jaguari.

2.6 Usos da água e carga poluidora nas sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari

Na tabela 2.6 temos um resumo das captações para os usos doméstico, agroindustrial e em irrigação nas sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Capivari, perfazendo um total de 14,00 m^3/s . A captação para o uso agroindustrial e uso doméstico é praticamente a mesma na sub-bacia do Atibaia. Esta relação chega a ser seis vezes maior na sub-bacia do Jaguari e vinte e quatro vezes maior na sub-bacia do Capivari.

¹¹No cadastro da CETESB existem 4871 indústrias na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

Sub-bacia	Captação em m^3/s		
	Doméstico	Agroindústria	Irrigação
Atibaia	2,77	2,74	0,86
Jaguari	0,34	2,40	0,75
Capivari	0,14	3,47	0,53
Total	3,25	8,61	2,14

Tabela 2.6: Captação da água para os diversos usos por sub-bacia, fonte CETESB [10].

Na tabela 2.7 temos as cargas poluidoras por sub-bacia de origem doméstica e agroindustrial, e o equivalente populacional das cargas totais. Como podemos ver nesta tabela a carga poluidora proveniente da agroindústria é bastante elevada nas sub-bacias do Jaguari e Capivari.

Sub-bacia	Efuentes						Equiv. Populacional
	Doméstico			Agroindústria			
	Vazão m^3/s	C. P. $kg\ DBO/dia$	C. Remanesc. $kg\ DBO/dia$	Vazão m^3/s	C. P. $kg\ DBO/dia$	C. Remanesc. $kg\ DBO/dia$	
Atibaia	1,10	28.447	25.931	0,003	4.500	4.500	83.334
Jaguari	0,34	8.804	8.804	0,14	84.480	84.480	1.564.444
Capivari	0,49	12.696	12.696	0,38	179.675	179.675	3.327.313
Total	1,93	49.947	47.431	0,52	268.655	268.655	4.975.091

Tabela 2.7: Efluentes doméstico e da agroindústria por sub-bacia.

2.7 Situação da área de estudo

No estado de São Paulo a vazão média é de $3140\ m^3/s$ enquanto que na Bacia do Piracicaba esta é de $116\ m^3/s$, ou seja apenas 0,037% da média estadual na região onde a taxa de urbanização é a maior do estado. A vazão mínima anual de sete dias consecutivos, com dez anos de período de retorno, atinge no estado o valor de $888\ m^3/s$ enquanto que na bacia do Piracicaba é de $34\ m^3/s$, ou seja apenas 0,038% do total [29].

A razão entre a disponibilidade de água e os usos da água não chega a ser satisfatória, pois não só a quantidade como também a qualidade poderão frear o “progresso material” na região, já sentido na segunda metade desta década, segundo Cano e Semeghini¹².

As previsões para o crescimento populacional e industrial, uso consuntivo da água pela agricultura e as reversões para a RMSP e Jundiaí na bacia hidrográfica do rio Piracicaba permitem-nos diagnosticar a situação dos recursos hídricos como insuficiente em curto espaço de tempo. Para a população projetada de 4.636.100 habitantes no ano 2000, a demanda de água será de 47,60 m³/s, e para a população de 6.848.900 habitantes no ano 2010 a demanda total será de 68,50 m³/s.

Além dos problemas com a demanda de água, os efluentes domésticos, que praticamente não são tratados, as descargas clandestinas das indústrias e a grande quantidade de fertilizantes provenientes da agricultura intensiva em épocas de chuvas são os principais responsáveis pela má qualidade dos recursos hídricos, que em conjunto com os acidentes com produtos perigosos tornam vulnerável o sistema de abastecimento de água de uma cidade.

O relatório que trata do uso e ocupação do solo urbano e industrial [25] refere-se principalmente à identificação de áreas críticas após o município de Campinas, principalmente no corredor urbano industrial de Campinas-Americana, cuja expansão é conflitante com as necessidades de preservação dos mananciais existentes nos municípios de Sumaré, Nova Odessa e Santa Bárbara do Oeste. A expansão das áreas industriais dos municípios de Americana e Paulínia sobre o rio Atibaia, a montante da captação de Americana, exige o ordenamento da ocupação para que não se deteriore a qualidade dos mananciais. O relatório refere-se também aos mananciais Cachoeira, Pinheirinho, Bom Jardim, Iguatemi e Figueiras, responsáveis pelo atendimento de Valinhos e Vinhedo, e que estão ameaçados pela expansão urbana dos dois municípios.

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) [29] a bacia hidrográfica do rio Piracicaba é considerada crítica, “podendo-se prever um futuro preocupante quanto a dois aspectos:

- desequilíbrio acentuado entre as demandas de água e as disponibilidades hídricas da bacia, gerando conflitos localizados entre os usuários;
- qualidade da água comprometedor para a saúde pública, caso os esgotos urbanos e industriais não tenham o devido tratamento”.

A sub-bacia do Capivari, pertencente à unidade hidrográfica do Tietê-Sorocaba, merece atenção especial por ser classificada como do grupo industrializado.

As unidades hidrográficas do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista devem ser analisadas em conjunto por estarem hidraulicamente conectadas pelos Sistemas

¹²Artigo da Folha de São Paulo de 12/90.

Cantareira e Billings [29].

Os dados aqui apresentados sobre a área servem para subsidiar o capítulo 5, onde definimos como identificar as áreas críticas que servirão para o Estudo de Caso.

No próximo capítulo apresentamos um estudo da região de Campinas dentro do contexto estadual quanto aos aspectos históricos e econômicos de sua industrialização, bem como os planos existentes para o futuro da região.

Capítulo 3

O município de Campinas e região

Campinas é um município com área de 781 km^2 , e sua população atual é de aproximadamente 850 mil habitantes, segundo dados ainda não oficiais do censo de 1991¹, contrariando a previsão de aproximadamente um milhão de habitantes em 1990. Tem como limite os municípios de Jaguariúna, Indaiatuba, Itupeva, Pedreira, Morungaba, Valinhos, Paulínia e Sumaré (figura 3.1).

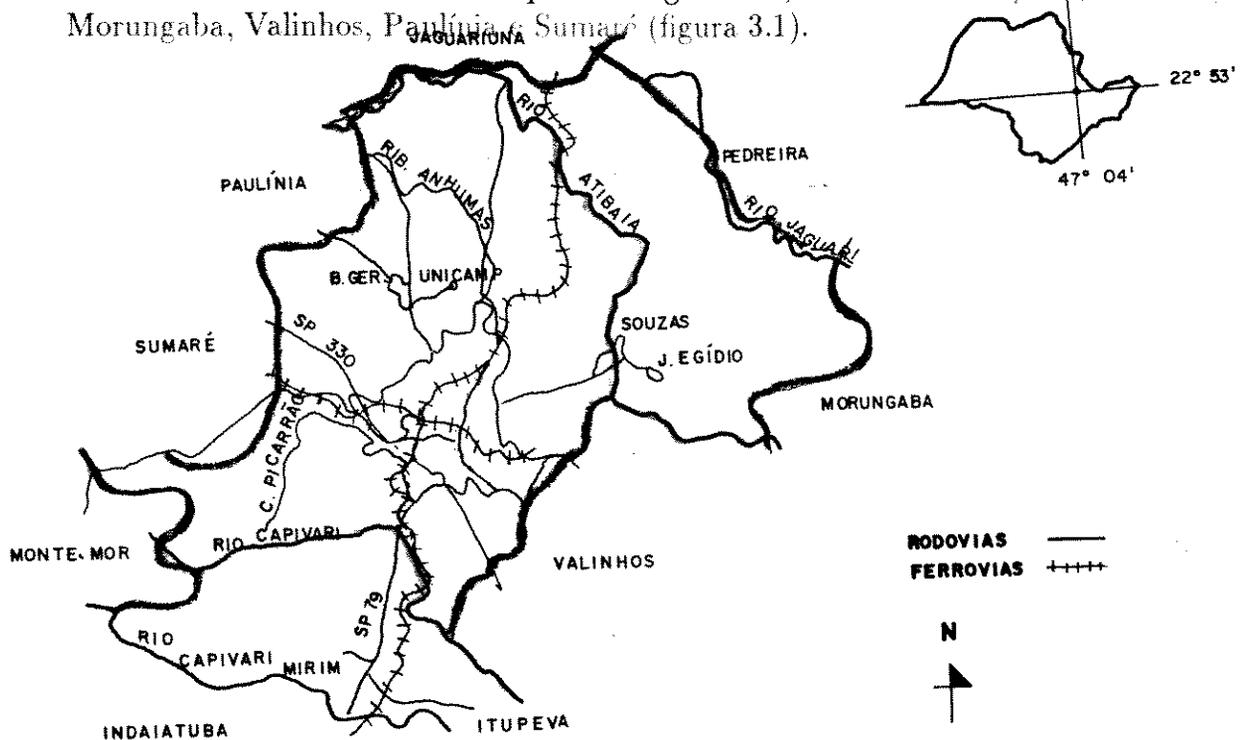


Figura 3.1: Município de Campinas e regiões limítrofes.

¹Folha de São Paulo, 27.12.91.

Os municípios de Paulínia, Sumaré e Valinhos pertenciam a Campinas, de quem herdaram a Rhodia, 3M e Rigesa respectivamente.

Neste capítulo explicamos a industrialização da região de Campinas como um fator de importância na análise da vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água da cidade, através do desenvolvimento dos seguintes itens:

1. Breve histórico regional com destaque ao pólo de Campinas.
2. Interiorização da indústria e os aspectos legais relativos a esta atividade.
3. O município de Paulínia e os problemas de um complexo petroquímico.
4. Os planos para Campinas e as considerações finais.

3.1 Breve histórico regional

Campinas surgiu da necessidade de uma parada para pouso no caminho entre São Paulo e as jazidas de ouro existentes em Minas Gerais, pois apresentava as condições favoráveis ao tipo de descanso desejado: “três campinhos com regatos, em meio do caminho” ([61], p.82). Em 1842 foi consolidada a independência de Campinas do município de Jundiaí, iniciando-se assim “a incorporação da região ao centro mais dinâmico da economia do país: Brasil Independente, século XIX, economia cafeeira” ([61], p.83).

A construção da ferrovia e a ocupação do núcleo urbano passaram a exigir obras de infraestrutura, sendo assim criada em 1887 a Companhia Campineira de Águas e Esgotos, que captava água nos córregos Iguatemi e Bom Jardim, hoje no município de Vinhedo. A canalização de água para residências demorou quatro anos, mas os despejos de esgotos não foram providenciados, nem foram realizadas as obras de saneamento necessárias, ocasionando um surto inevitável de febre amarela.

Em 1905 foi introduzida a energia elétrica, e incentivos foram dados para a instalação das indústrias, que responderam positivamente.

Os antecedentes históricos do município de Campinas, integrante da região administrativa de Campinas, no estado de São Paulo, nos mostram sua pujança desde o início do século, sempre se destacando em todos os indicadores que marcam o desenvolvimento pela expansão da agricultura, industrialização, geração de empregos e aumento populacional.

Entre 1914 e 1918 o estado de São Paulo tinha uma participação de 37,5% na produção industrial do país e a mais avançada agricultura. Em 1920 a população do estado de São Paulo correspondia a 15% do total do país e o valor da produção agrícola atingia 28,8% do total brasileiro. Este dado inclui o café, cuja participação é realmente significativa uma vez que um milhão de hectares era ocupado por esta cultura, representando cerca de 30% da área cultivada do país [8]. Nesta mesma época, segundo Cano [8], Campinas já se apresentava como o terceiro município em importância no estado, depois da capital e do porto de Santos. Atualmente, Campinas apresenta a segunda maior população do estado de São Paulo.

A população paulista em 1920 era de 4,6 milhões de habitantes. Fora da capital encontrávamos somente em duas regiões, Campinas e Ribeirão Preto, quase a totalidade da população do interior com um milhão de habitantes cada uma[8].

Até o final da década de 30, a ferrovia foi a principal responsável pelo desenvolvimento do estado de São Paulo, permitindo o escoamento da produção agrícola e industrial.

Os serviços de água do município de Campinas passaram para a Prefeitura em 1927. Dentro do plano do poder público de disciplinar o crescimento urbano e garantir a oferta de serviços públicos, em 1934 o sistema de abastecimento de água foi ampliado, passando a fazer a captação no Atibaia. As obras foram concluídas em 1936[61].

O período 1930-1955 — época marcada pela crise do café — possibilitou um impulso, ainda que limitado, à industrialização, ficando caracterizado como a “industrialização restringida”. Em 1955 o desenvolvimento industrial paulista já chegava a 52% da indústria nacional, tendo servido para que o Plano de Metas²(1956) se implantasse solidamente [8].

Nos anos 50 o município de Campinas chegou ao segundo posto no estado de São Paulo nos vários indicadores relacionados à indústria e prestação de serviços.

Atualmente Campinas destaca-se no cenário regional por ser um município com agricultura avançada, um parque industrial complexo e diversificado e infraestrutura viária que permite uma circulação fácil entre os vários municípios da região, a capital e outros estados do país.

- Campinas - um pólo regional

Das regiões administrativas do estado de São Paulo, a de Campinas (município sede - Campinas) é a região que se apresenta mais desenvolvida no interior, com 46,3%

²Tratava das diretrizes para o desenvolvimento nacional.

de seu produto industrial originado por indústrias predominantemente produtoras de bens intermediários, também chamadas do grupo II³, e 29,3% com indústrias predominantemente produtoras de bens de capital e bens de consumo durável do grupo III⁴.

Dentre os produtos que merecem destaque na região estão aqueles relacionados com a produção de açúcar e álcool, sucos cítricos, químicos, cerâmicos, máquinas e componentes eletrônicos [8].

O município de Paulínia, embora conte com parte significativa do VTI regional, apresenta aspectos fundamentais de relação de dependência em relação ao município de Campinas, do qual se desmembrou em 1960. Paulínia apresenta deficiência nos serviços básicos de infraestrutura com referência a saúde, educação, mão de obra especializada, serviços públicos, rede bancária; etc... Em relação à saúde o município se utiliza basicamente dos serviços do Hospital de Clínicas da UNICAMP, que está tão próximo de sua sede quanto do centro do município de Campinas. Em 1973, 72% da população recebiam dois salários mínimos e 17% recebiam até três salários mínimos[6], o que nos leva a deduzir que a mão de obra altamente qualificada exigida pelas indústrias não mora no município.

A especialização de algumas atividades industriais por alguns municípios pode influenciar os municípios vizinhos, como é o caso do setor metal/mecânico, que além de Campinas cresceu significativamente em Sumaré, Valinhos e Indaiatuba.

Entre os municípios que fazem limite com Campinas já encontramos a chamada "conurbação campineira". Além da confusão espacial desta união encontramos as pessoas que, morando em um município, trabalham em outro ou necessitam dos seus serviços de infraestrutura, provocando deslocamentos diários da população e conferindo à região características de uma área metropolitana.

Segundo Semeghini [52] a área metropolitana de Campinas em 1988 contava com 1.350.000 habitantes e seu potencial produtivo e estrutura econômica colocavam-na à frente da maioria das regiões metropolitanas reconhecidas institucionalmente no país. Atualmente, dentre os 15 municípios que integram a região de abrangência do IBGE/Campinas, temos que Campinas apresenta a segunda maior população do estado de São Paulo e é a primeira na sua região. Nesta mesma região encontramos Piracicaba em segundo lugar, Sumaré em terceiro e Americana em quarto. Sumaré e Santa Bárbara do Oeste são os municípios que mais cresceram⁵ na última década.

³Grupo II: indústrias de minerais não metálicos, metalurgia, papel, papelão, madeira, borracha, couro, peles e produtos similares, química e produtos de material plástico.

⁴Grupo III: indústrias mecânica, de material elétrico, de comunicações e transportes e outras.

⁵Segundo Censo do IBGE, 1991 - Folha de São Paulo de 27.12.91.

- Infraestrutura regional

Na história da região registramos que a ferrovia foi o primeiro fator decisivo na organização do espaço. Entretanto, após a implantação da rodovia esta passou a determinar o assentamento da população, permitindo maior entrosamento entre as áreas urbanizadas.

O transporte nas sub-bacias é feito atualmente por rodovia, ferrovia e dutovia. Pelas rodovias são escoados a produção agrícola, a matéria prima para a industrialização, que inclui muitos produtos perigosos, todos os produtos alimentícios, farmacêuticos, adubos, materiais para construção civil, a população trabalhadora e o restante da população que a utiliza para o lazer. Na ferrovia, a Ferrovia Paulista S/A (FEPASA) disciplinou o transporte de carga de produto perigoso independentemente do transporte de passageiros. As dutovias destinam-se, pela sua própria característica, somente ao transporte de produtos químicos, principalmente perigosos. Uma complexa malha rodo-férrea-dutoviária pode ser observada nas sub-bacias dos rios Piracicaba, Jaguari, Atibaia e Capivari.

O acesso ao município de Campinas é feito principalmente pelas seguintes rodovias (ver A6.1):

- Rodovias Anhangüera (SP 330) e Bandeirantes (SP 348), interligando São Paulo, Campinas e Americana;
- Rodovia Santos Dumont (SP 79), ligando Campinas a Indaiatuba e Sorocaba;
- Estrada de Paulínia (SP 332), interligando Paulínia e Campinas à via Anhangüera e a Cosmópolis;
- Estrada de Mogi-Mirim (SP 340), ligando Campinas a Mogi-Mirim;
- Rodovia D. Pedro I (SP 65), com início na confluência das Rodovias Anhangüera e Bandeirantes, contornando a cidade pelo Norte e seguindo na direção Leste, atingindo Itatiba, Atibaia e o Vale do Paraíba.

3.2 Interiorização da indústria

Se por um lado na década de 60 a capital do estado de São Paulo começa a perder posição como a mais industrializada do estado, enquanto a região administrativa de

Campinas passa de 9,0% para 10,5% e a do Vale do Paraíba de 2,0% para 3,0% suas participações no estado, somente na década de 70 é que “o movimento de interiorização da indústria adquiriu maior significação” [52].

A interiorização da indústria é resultado de investimentos feitos pelo governo para desenvolver o interior, permitindo assim a descentralização da industrialização. Estes investimentos foram basicamente [8]:

a) implantação do refino do petróleo e petroquímica (em Paulínia e São José dos Campos);

b) implantação do Proálcool a partir de 1975, fortemente concentrado na região de Campinas e Ribeirão Preto;

c) concentração de institutos de pesquisas e empresas estatais no setor de telecomunicações e microeletrônica em Campinas;

d) consolidação do parque petroquímico e siderúrgico (COSIPA) em Cubatão; e,

e) implantação de um complexo aeronáutico para fins civis, militares e industriais de material bélico no Vale do Paraíba.

Ao nosso trabalho interessam particularmente os três primeiros investimentos, que influem diretamente sobre o município de Campinas e regiões limítrofes.

3.3 O município de Paulínia e os problemas de um complexo petroquímico

Podemos definir dois marcos na vida do município de Paulínia, o primeiro (década de 40) instalação da Rhodia, o segundo (década de 70) instalação da REPLAN⁶.

Inicialmente a Companhia Rhodia Brasileira, instalada na antiga fazenda São Francisco, empresa agroindustrial, dedicava-se à produção de álcool. Em 1964 a Rhodia passa a ser uma indústria química, impulsionando a economia pela elevada arrecadação de impostos e acelerando assim a emancipação de Paulínia em 28.02.64.

A escolha de Paulínia para instalação da maior refinaria do país, dentro dos investimentos feitos pelo governo para desenvolver o interior, é sem dúvida um dos fatores que nos últimos anos têm contribuído de maneira preponderante para atrair indústrias para a região. A justificativa apresentada para instalação da REPLAN em Paulínia foi de que o local estava próximo ao centro de consumo e apresentava facilidade de escoamento da produção. A REPLAN instalou-se à margem da estrada de ferro e da rodovia estadual que liga Campinas a Cosmópolis, ocupando extensa

⁶Refinaria do Planalto

área entre os rios Atibaia e Jaguari. Somente no período de instalação da REPLAN, de 1968 a 1974, a participação das empresas de médio porte na economia da região passou de 8,4% para 41% e das de grande porte de 4% para 14%, enquanto que as empresas de pequeno porte tiveram sua contribuição diminuída de 87,6% para 45%. Esta inversão ocorre principalmente com relação à produção química e petroquímica.

A REPLAN e as indústrias químicas e petroquímicas criaram no local os diversos problemas de um complexo petroquímico, dentre estes os riscos do processo produtivo, os riscos do transporte dos produtos perigosos e os riscos para a população residente na vizinhança. Devemos considerar estes aspectos, pois são importantes no desenvolvimento do tema desta dissertação de tese, uma vez que a localização de Paulínia força a passagem de diversos produtos tóxicos por Campinas. Na próxima seção apresentamos os planos existentes para este município.

3.4 Os planos para Campinas - considerações finais

- Plano Diretor de Campinas

Entre os objetivos gerais e estratégicos do Plano Diretor de Campinas temos – “A preservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente, dos recursos naturais e, **em especial, dos mananciais de abastecimento de água do município**”. O plano prevê a proteção de seus sistemas produtores para o abastecimento público de água, nos capítulos VI e VII. O capítulo VI - Ecossistemas Naturais e Modificados, Seção I - Da Preservação das Áreas de Mananciais e das Águas Subterrâneas, artigo 15 trata da preservação, recuperação da qualidade das águas e de suas margens. A seção VI - Das Unidades de Preservação existentes e propostas, artigo 20 trata das diretrizes específicas, determinando a elaboração de legislação para transformar as Áreas de Proteção Permanente (APP Atibaia/Jaguari e APP Capivari) em Áreas de Proteção Ambiental (APA), proibindo a implantação de atividades de impacto ao ambiente.

O desenvolvimento urbano de Campinas exige cada vez mais, e com urgência, soluções para as questões de água e esgoto.

- Plano Diretor de Esgotos Sanitários de Campinas

Veremos a seguir os principais sistemas produtores de água, a situação dos esgotos e dos recursos hídricos.

Sistemas produtores de abastecimento de água de Campinas:

O abastecimento de água de Campinas baseia-se nos sistemas produtores do Atibaia e do Capivari. O sistema Atibaia é o mais importante, tendo sua captação no rio Atibaia na Fazenda Santana, na divisa com Valinhos, a montante da sede do Distrito de Souza, próximo à rodovia D. Pedro I. A água bruta é tratada nas estações ETA 1⁷, ETA 2 e ETA 3, com capacidade conjunta aproximada de 2,3 m³/s; a ETA 4, em fase final de obras, tem capacidade para 2,0 m³/s, perfazendo um total de 4,3 m³/s. O Sistema Capivari tem sua captação no rio Capivari, próximo à rodovia Bandeirantes, com capacidade de tratamento de 0,42 m³/s. O Sistema Capivari prevê o tratamento de 0,36 m³/s.

O número de ligações de água em dezembro de 1987 era de 140.185, e o número de economias atendidas, 208.099, das quais 184.242 são residenciais, o que corresponde a uma população abastecida de 800.000 habitantes [19]. Na projeção feita pelo SEADE para o ano de 1987 [19] a população foi estimada em 857.452 habitantes, o que representaria atualmente 93% de atendimento.

A capacidade de reservação do município é de 65.350 m³, sendo que 17 reservatórios enterrados ou apoiados somam juntos a capacidade de 60.150 m³ e os 23 reservatórios elevados somam 5.200 m³; a rede de distribuição tem 2100 Km⁸ de extensão.

As captações feitas no rio Atibaia e no rio Capivari são por tomada d'água, desarenadores mais poço de sucção. A primeira localiza-se na Rodovia D. Pedro I e a segunda no Distrito Industrial de Campinas, sendo encaminhadas através das adutoras para as Estações de Tratamento.

Os reservatórios semi-enterrados, enterrados e apoiados do município são apresentados na tabela 3.1.

Esgotos Sanitários:

O sistema de esgotamento existente na cidade de Campinas, abrangendo cerca de 85% da área urbanizada, atende aproximadamente 120.000 prédios. A rede cole-

⁷Estação de Tratamento de Água.

⁸Estes dados são do ano de 1984 [24].

Reservatório	Capacidade
Barreiro II	700 m^3
Parque Taquaral	6000 m^3
Jardim Londres	6000 m^3
Jardim Eulina	6000 m^3
Padre Anchieta	1000 m^3
PUCC	1000 m^3
Zona Sul	5000 m^3
Ponte Preta	3450 m^3
Ponte Preta	2880 m^3
Ponte Preta	5000 m^3
Jardim São Vicente	3500 m^3
Jardim Chapadão	6900 m^3
São Bernardo	5000 m^3
Profilurb	1000 m^3
ETA-DIC	1000 m^3
Cruzeiro	5200 m^3
Jardim São Marcos	500 m^3

Tabela 3.1: Reservatórios do município de Campinas e suas capacidades de reservação.

tora, os interceptores e emissários, elevatórias e unidades de tratamento (conhecidas também por depuradoras) são partes do sistema de esgotamento sanitário.

As depuradoras são 18 e apresentam tratamento preliminar (grades e caixas de areia) e primário (decanto-digestores e leitos de secagem de lodos), e somente duas apresentam tratamento secundário por meio de filtros biológicos. A unidade de tratamento do Cambuí trata uma vazão de 0,06 m^3/s . As demais 17 depuradoras tratam vazões de cerca de 200 l/s juntas⁹. Tendo em vista que a vazão afluyente é de aproximadamente 8,0 m^3/s e que são tratados 2,06 m^3/s , isto é equivalente a apenas 25,8% do esgoto total produzido pelo município.

Recursos Hídricos:

O município de Campinas está situado no divisor de águas entre as bacias dos rios Piracicaba e Capivari, afluentes da margem direita do rio Tietê. A seguir

⁹Estes dados constam do Plano Diretor de Esgotos Sanitários de Campinas [19].

apresentamos as sub-bacias que estão envolvidas no sistema de abastecimento e esgotamento de água do município de Campinas.

Sub-bacia do Atibaia:

O rio Atibaia, entre as cidades de Atibaia, Itatiba e Campinas, acompanha a rodovia D. Pedro I. Após a cidade de Atibaia o rio recebe as águas do ribeirão dos Pinheiros, e com elas os esgotos de parte de Valinhos e mais os esgotos da sub-bacia do Samambaia, da própria cidade de Campinas. Após receber o Pinheiros, o rio Atibaia é captado pela SANASA¹⁰ para abastecimento público, conforme já descrito anteriormente. O ribeirão Anhumas, afluente do Atibaia, recebe os esgotos da sub-bacia Anhumas e de Barão Geraldo, distrito de Campinas. O trecho entre a foz do Anhumas e o reservatório de Salto Grande recebe os efluentes da Rhodia, da cidade de Paulínia, da REPLAN e do Pólo Petroquímico de Paulínia. Uma análise do perfil sanitário do rio Atibaia permite avaliar a participação conjunta de Campinas, Paulínia, Rhodia, Refinaria e Polo Petroquímico na deterioração da qualidade das águas do Atibaia, mas não permite a avaliação isolada do papel de cada uma dessas fontes [19].

Sub-bacia do Capivari:

O rio Capivari drena áreas rurais próximas às rodovias Anhangüera e Bandeirantes, entre Jundiá, Vinhedo e Valinhos. O objetivo inicial da captação no rio Capivari foi atender a demanda de abastecimento dos DIC¹¹ I e II e zona sul de Campinas. Após a captação o rio Capivari drena as áreas em urbanização que abastece e recebe a contribuição do ribeirão Piçarrão. O perfil sanitário altamente degradado do rio Capivari é resultado da instalação das indústrias próximas à via Anhangüera, do esgoto de Campinas, lançado *in natura* na calha do afluente ribeirão Piçarrão, e da agro-indústria canavieira [19].

Sub-bacia do Quilombo:

Os formadores do ribeirão Quilombo situam-se na região norte-noroeste do município de Campinas, percorrendo as áreas urbanas de Sumaré, Nova Odessa e Americana. O ribeirão Quilombo percorre uma área altamente urbanizada e industrializada, recebendo rejeitos líquidos, industriais e urbanos. A situação crítica deste rio pode ser facilmente constatada *in loco*.

¹⁰Sociedade de Abastecimento de Águas e Esgotos SA.

¹¹Distrito Industrial de Campinas.

• Considerações finais - os planos para Campinas

O município de Campinas encontra-se na região administrativa do mesmo nome, e apresenta PIB¹² superior ao do estado de Minas Gerais e Rio Grande do Sul, sendo praticamente o mesmo que o do Rio de Janeiro. Isto faz com que os investidores sejam atraídos para o município sede (Campinas), aproximando-se do poder público e ofertando projetos em determinadas áreas que “deverão transformar Campinas.”¹³

Os projetos da iniciativa privada são:

- construção de centros de convenções;
- construção de hotéis;
- loteamento para distrito industrial (3,5 milhões de metros quadrados) na região sudoeste de Campinas.

Os projetos do poder público são:

- duplicação da Av. John B. Dunlop;
- criação de acessos à Bandeirantes;
- implantação de Veículo Leve sobre Trilhos - VLT;
- construção de 300 mil unidades residenciais; e,
- duplicação do aeroporto Viracopos.

Tais empreendimentos realmente transformarão Campinas. Porém, enquanto as previsões de infraestrutura tratam das rodovias, aeroportos, habitação e transporte, nada é feito com relação à demanda de água. As vazões de captação para atendimento aos diversos usos aproximam-se cada vez mais de seus limites, e o tratamento dos efluentes faz-se cada vez mais necessário. Juntemos a isto a intensificação das emissões gasosas tóxicas e de resíduos sólidos perigosos e teremos um quadro alarmante para o futuro de Campinas com relação ao abastecimento de água.

Nos capítulos 2 e 3 apresentamos um quadro geral das áreas das bacias hidrográficas, das sub-bacias hidrográficas, da região de Campinas e seus municípios limítrofes, formando a base para todo o desenvolvimento do assunto desta dissertação. No próximo capítulo apresentamos o desenvolvimento do Banco de Dados, especialmente desenvolvido para o registro dos acidentes envolvendo produtos perigosos, e os resultados obtidos na região de Campinas.

¹²Produto Interno Bruto.

¹³Artigo do Jornal Gazeta Mercantil do dia 29.11.90, p.2.

Capítulo 4

Banco de dados - acidentes com produtos perigosos

Os acidentes com produtos perigosos têm ocupado freqüentemente as manchetes dos jornais. Segundo dados da CETESB (Folha de São Paulo de 02.06.89) no período de 1980 a 1988 ocorreram 25 acidentes com cargas perigosas na região de Campinas, o que lhe conferiu o quarto (4º) lugar como recordista deste tipo de acidente no estado de São Paulo. Dos 25 acidentes que fazem parte do banco de dados da CETESB, 20, ou seja, 80% envolvem veículos, sendo que a maioria ocorre com o tombamento dos mesmos e vazamento da carga tóxica, com prejuízo aos mananciais, à segurança e à saúde da população. Sobre o mesmo assunto o Correio Popular de 04.06.89 apresenta como manchete: - “Campinas recordista em acidentes ambientais”. Temos ainda:

Correio Popular de 05.89 - “Acidente com caminhão polui córrego”;

Folha de S. Paulo de 15.09.89 - “Caminhão derrama carga tóxica na Bandeirantes”;

Estado de S. Paulo de 03.10.89 - “Carga tóxica vaza na via Anhangüera”;

Folha de S. Paulo de 30.11.90 - “Ácido clorídrico vaza em Aparecidinha”;

Folha de S. Paulo de 21.08.91 - “Descarga tóxica na estrada”

O destaque a este assunto não é casual: ele revela a preocupação crescente por parte da imprensa e da sociedade com os problemas relativos à preservação dos recursos hídricos, e evidencia a adequação da realização, no âmbito deste problema, de uma pesquisa específica sobre os acidentes envolvendo cargas perigosas e a deterioração proveniente do lançamentos dos efluentes domésticos sem tratamento.

Neste capítulo discutimos os aspectos relacionados com o *Banco de Dados* desenvolvido para registrar as informações dos acidentes com produtos perigosos com mais detalhes do que nos forneceu o Banco de Dados da CETESB, de acordo com os seguintes itens:

1. Aspectos legais: legislação federal e estadual;
2. Banco de dados e a sua importância;
3. Resultados obtidos.

4.1 Aspectos legais

Os principais aspectos legais relativos aos acidentes envolvendo o transporte de produtos perigosos são tratados no Decreto nº 88.821 de 06.10.83 [47], na Norma NBR 10004 [2], que trata da classificação dos resíduos perigosos, e na Lei nº 5597 de 06.02.87, que trata do zoneamento industrial no estado de São Paulo [34].

1º) Produtos perigosos:

O **Decreto nº 88.821 de 06.10.83** aprovou o regulamento para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos. O parágrafo primeiro do artigo primeiro das Disposições Preliminares, Capítulo I, diz que são considerados produtos perigosos os relacionados na norma brasileira **NBR 7502, dez/83**. A norma **NBR 7500, dez/83** trata do transporte, armazenagem e manuseio de materiais; a **NBR 7501, dez/83** trata do transporte de cargas perigosas, estabelecendo a seguinte terminologia [2]:

- classe 1 - explosivos;
- classe 2 - gases;
- classe 3 - líquidos inflamáveis;
- classe 4 - sólidos ou substâncias inflamáveis;
- classe 5 - substâncias oxidantes ou peróxidos;
- classe 6 - substâncias tóxicas, infectantes, irritantes;
- classe 7 - radioativa;
- classe 8 - corrosivas.

Segundo Leme Machado [44] o Decreto Federal nº 88.821 de 06.10.83 apresenta somente um conceito geral de produtos perigosos, pois não chega a abranger a liceidade ou não da fabricação do produto e tampouco se refere aos problemas de localização das indústrias destinadas à fabricação do produto, o que no estado de São Paulo é em parte resolvido através da Lei nº 5597 de 06.02.87 que trata do zoneamento industrial, apresentada aqui no terceiro item.

Temos ainda referente ao assunto a **NBR 8285** [2], que apresenta o procedimento a ser seguido para o preenchimento da ficha de emergência para o transporte de cargas perigosas, e a **NBR 8286** [2] que trata do emprego da simbologia para o transporte de cargas perigosas. Através desta norma podemos entender o significado dos algarismos que aparecem nos veículos que transportam produtos perigosos, que são mostrados nas tabelas 4.1 e 4.2. Vemos na figura 4.1 um exemplo do significado dos números dos rótulos de risco e as ilustrações correspondentes.

A partir do momento em que o transporte rodoviário de cargas perigosas foi regulamentado a fiscalização começou a ser intensificada, provocando assim uma transferência de parte destas cargas para a ferrovia, que ainda não contava com legislação específica para este tipo de transporte. Recentemente, porém, foi aprovado o Regulamento do Transporte Ferroviário de Produtos Perigosos, o que vem exigindo uma nova infraestrutura para adaptar a Ferrovia aos novos padrões da legislação.

Mesmo sem a legislação específica aprovada a Ferrovia estava sendo muito procurada para o transporte da amônia, o que levou a FEPASA a aprofundar estudos sobre o assunto com a finalidade de prevenir situações de emergência, resultando no trabalho "Segurança no transporte da amônia anidra por ferrovia". Segundo o engenheiro Donatto Fráguas da FEPASA/Campinas, responsável pelo setor de atendimento de acidentes com produtos perigosos, são transportadas pela ferrovia 2000 ton/mês de amônia anidra de um total de 4500 ton/mês que circulam na região, o que significa que 2500 ton/mês (mais de 50%) ainda são transportadas pela rodovia, juntamente com todos os demais tipos de transportes. A FEPASA é responsável ainda pelo transporte de produtos como enxofre, soda cáustica e cloro, que é transportado para todo lugar, pois é muito utilizado para tratamento de água de abastecimento público.

Número	Significado do 1º algarismo
1	explosivos
2	gás
3	líquido inflamável
4	sólido inflamável
5	substância oxidante ou peróxido orgânico
6	substância tóxica
7	substância radioativa
8	substância corrosiva

Tabela 4.1: Significado do 1º algarismo dos rótulos de risco.

Número	Significado do 2º e/ou 3º algarismo
0	ausência de risco
1	explosivo
2	emana gás
3	inflamável
5	oxidante
6	tóxico
7	radioativo
8	corrosivo
9	perigo de reação violenta resultante da decomposição espontânea ou de polimerização

Tabela 4.2: Significado do 2º e/ou 3º algarismo dos rótulos de risco.

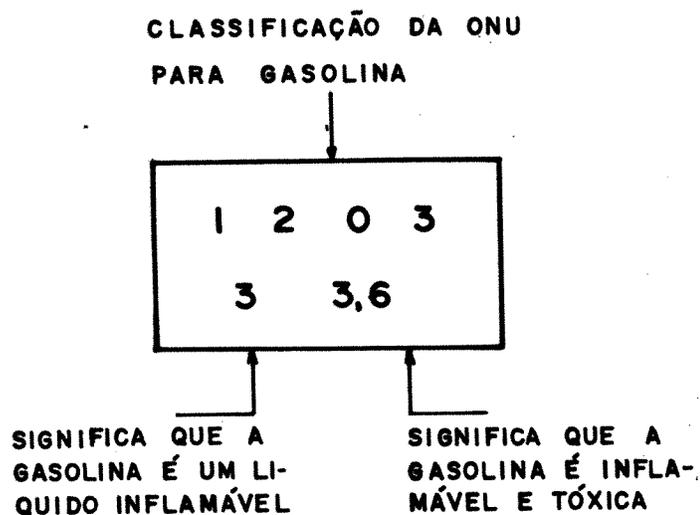


Figura 4.1: Exemplo de rótulos de risco com o significado de cada número.

2ª) - Resíduos perigosos

Outra questão que ainda tem sido pouco tratada e à qual deve ser dada a devida atenção refere-se aos resíduos sólidos dos processos produtivos que envolvem todas as substâncias perigosas transportadas. Segundo a norma NBR 10004 - Resíduos Sólidos, de setembro de 1987, os resíduos são classificados em:

- a - Resíduos classe I - perigosos;
- b - Resíduos classe II - não inertes;
- c - Resíduos classe III - inertes.

Interessam-nos particularmente os resíduos classe I - perigosos.

Segundo a mesma norma a periculosidade de um resíduo é determinada pelas características que ele apresentar com respeito a:

- a - Riscos à saúde pública, provocando ou acentuando de forma significativa um aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou
- b - Riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

São ainda características dos resíduos perigosos a inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Nosso trabalho dá ênfase especial aos acidentes com produtos perigosos acontecidos durante seu transporte e armazenagem, além daqueles ocorridos nas indústrias localizadas na região que são consideradas tóxicas, e que poderão comprometer o sistema de abastecimento de água do município de Campinas.

3º - Zoneamento Industrial:

A Lei nº 5597, de 06 de fevereiro de 1987, “estabelece normas e diretrizes para o zoneamento industrial no Estado de São Paulo e dá outras providências correlatas.”

O artigo 1º diz que “No âmbito do Estado de São Paulo, exceto na Região Metropolitana da Grande São Paulo, as zonas destinadas à instalação de indústrias serão definidas em esquema de zoneamento urbano, estabelecido em lei municipal, que compatibilize as atividades industriais com a proteção ambiental, observadas as disposições desta lei.”

As zonas de que trata este artigo são classificadas nas seguintes categorias:

- 1 - zonas de uso estritamente industrial do tipo I (ZEI-I);
- 2 - zonas de uso estritamente industrial do tipo II (ZEI-II);
- 3 - zonas de uso predominantemente industrial do tipo I (ZUPI-I);
- 4 - zonas de uso predominantemente industrial do tipo II (ZUPI-II);
- 5 - zonas de uso diversificado do tipo I (ZUD-I);
- 6 - zonas de uso diversificado do tipo II (ZUD-II).

O artigo 5º diz: - “Para efeito de sua localização nas diferentes categorias, as indústrias serão classificadas, conforme o grau de risco ambiental de sua atividade, nos seguintes tipos:

- I - I₁ - Indústrias virtualmente sem risco ambiental;
- II - I₂ - Indústrias de risco ambiental leve;
- III - I₃ - Indústrias de risco ambiental moderado;
- IV - I₄ - Indústrias de risco ambiental alto;
- V - I₅ - Indústrias e pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares e outras fontes não industriais de grande impacto ambiental ou de extrema periculosidade.

A localização das indústrias nas zonas industriais obedecerá aos seguintes critérios básicos:

- 1 - ZEI-I: apenas I₅;
- 2 - ZEI-II: I₄ podendo I₃ e I₂;
- 3 - ZUPI-I: I₃ podendo I₂;
- 4 - ZUPI-II: I₃ podendo I₂ e I₁;
- 5 - ZUD-I: I₂ podendo I₁;
- 6 - ZUD-II: apenas I₁.”

A classificação das indústrias conforme o grau de risco ambiental (classificação elaborada pela CETESB e adaptada pela Secretaria do Meio Ambiente) leva em consideração a área construída; a queima de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos; emissão de material particulado; som e ruídos; produção ou estoque de resíduos sólidos perigosos; produção de gases, vapores, odores, efluentes líquidos industriais, vibração e ondas eletromagnéticas.

4.2 Banco de dados e sua importância

Para atingir o objetivo proposto para este trabalho, ou seja, determinar as áreas críticas que possam comprometer o sistema de abastecimento de água de Campinas devido a problemas surgidos com o transporte de produtos perigosos na região, enviamos correspondência à CETESB, que nos forneceu uma cópia dos seus registros. Num cadastro realizado entre 1980 e 1988, na bacia do Rio Piracicaba, a CETESB¹ registrou 25 acidentes com produtos perigosos. Estendemos então a solicitação aos vários órgãos que possivelmente contassem com esse tipo de registro. O trabalho de levantamento de dados foi feito na Polícia Rodoviária de Campinas, Bombeiros de Campinas, Bombeiros de Paulínia, Ferrovia Paulista S.A., Polícia Rodoviária de Limeira, imprensa escrita, falada e televisiva, no período compreendido entre o ano de 1980 e 1990. Contamos com um número maior de registros nos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989 nas rodovias, e nos anos de 1988 e 1989 na ferrovia. Esta concentração de informações se deve a vários aspectos, como o acesso facilitado pela FEPASA, polícia e corpo de bombeiros² numa determinada época, e a impossibilidade de um

¹Convém lembrar que a CETESB através do Decreto nº 5993 de 16.04.75 passa a ser o órgão encarregado do controle da qualidade ambiental e da poluição das águas.

²Os dados anteriores ao ano de 1986 não existem mais por terem sido queimados os arquivos.

retorno para a atualização dos dados devido às exigências estipuladas pelas novas diretorias.

Estamos utilizando um banco de dados especialmente desenvolvido para o registro de acidentes, com a intenção de facilitar o acesso às informações, bem como a obtenção de relatórios sobre características específicas dos acidentes como data, local do acidente, produto, quantidade e manancial envolvido, além de fornecer detalhes relativos ao estado do veículo transportador e do responsável pelo transporte. O banco de dados está organizado na forma apresentada abaixo, podendo sofrer alterações segundo as necessidades:

Dados de Identificação:

Data, Hora, Local, Município, Via e km.

Tipo de Produto Perigoso:

Produto(s), Quantidade(s), e N^o da ONU.

Manancial Envolvido:

A Montante ou A Jusante da Captação, Atingido totalmente, Parcialmente ou Não Atingido.

População Envolvida:

Zona Rural, Zona Urbana, Zona Industrial, Atingida totalmente, Parcialmente ou Não Atingida.

Tipo de Acidente:

Colisão, Tombamento, Abalroamento, Explosão, Rompimento de dutos, Rompimento de registro, Rompimento de válvula, outros... .

Condições gerais:

Do tempo: Bom, Chuva, Neblina ou Garoa.

Da visibilidade: Boa, Regular ou Má.

Da via: Bem conservada, Com defeito, Difícil acesso ou Sem sinalização.

Condições gerais do veículo transportador:

Tipo: Caminhão, Trem, Navio, Dutos, etc... .

Mecânica: Boa, Regular ou Péssima.

Sinalização: Boa, Regular ou Péssima.

Pneus: Bons, Regulares ou Péssimos.

Condições Gerais do Condutor:

Falta de atenção, Embriagado ou Outros.

Condições Gerais do Processo Produtivo:

Local de estocagem: Com segurança , Precário ou Regular.

Manutenção dos equipamentos: Boa, Regular ou Péssima.

Pessoal técnico: Especializado ou Não especializado.

Condições Gerais da Carga:

Avaria: total, parcial ou não houve.

Autoridades Envolvidas:

Compareceram: CETESB, Bombeiros, Defesa Civil, Polícia Militar, Polícia Rodoviária ou Outros.

Observações importantes.

- A importância do Banco de dados

Uma identificação de riscos poderá ser feita através de procedimentos analíticos, como Análise de Árvore de Falhas, Checklists, Análise de Operabilidade, etc... ou análise histórica através de Banco de dados³.

Desenvolvemos um Banco de dados para registrar o máximo número de informações, as quais foram obtidas através de consulta às fichas de ocorrência registradas pelos responsáveis nos atendimentos dos acidentes, pertencentes aos órgãos envolvidos tais como Polícia Rodoviária, Corpo de Bombeiros, CETESB e FEPASA, o que torna o nosso Banco de dados mais abrangente em relação aos demais existentes.

As informações que os demais Bancos de dados apresentam são limitadas apenas ao município, local, rodovia, produto derramado, quantidade e causa provável. No nosso trabalho abrimos espaço para registros adicionais como condições do tempo, veículo, responsável pelo transporte, etc... o que permite outras análises e conclusões mais abrangentes da situação dos acidentes que envolvem os produtos perigosos.

O Banco de dados facilita a consulta através da sistematização das informações, e possibilita identificar a probabilidade de ocorrência dos perigos mais comuns que envolvem o transporte de produtos perigosos, para fazermos a análise das conseqüências dos acidentes.

³Este assunto pode ser visto com mais detalhes no fluxograma da seção 5.2 do capítulo 6.

4.3 Resultados Obtidos

Na tabela 4.3 podem ser vistos os dados quantitativos obtidos nas rodovias, ferrovia e dutovia da região de Campinas.

Ano	Número de Acidentes		
	Rodovia	Ferrovia	Dutovia
1980	-	-	01
1982	-	-	01
1985	-	-	01
1985	05	-	-
1986	27	-	-
1987	19	-	-
1988	35	20	-
1989	58	38	-
1990	19	-	-
Total	163	58	03

Tabela 4.3: Dados coletados sobre o número de acidentes com transporte de produtos perigosos de 1980 a 1990, nas rodovias, ferrovia e dutovia da região de Campinas.

O levantamento realizado com dados da Polícia Rodoviária de Campinas, do Corpo de Bombeiros de Campinas, do Corpo de Bombeiros de Paulínia, FEPASA e da imprensa permite apresentar na tabela 4.4 o número dos acidentes, a relação dos produtos perigosos e as quantidades envolvidas nos acidentes que obtivemos para este estudo.

	Nº de acidentes	Porcentagem (%)	Produto perigoso envolvido	Classe risco	Quantidade
	19	11,66	óleo diesel	-	90.900 l
	19	11,66	prod. quím. diversos	-	s/esp.
	16	9,80	álcool	3	468.206 l
R	15	9,20	GLP (gás de cozinha)	2	115.865 Kg
	08	4,91	gasolina	3	39.570 l
O	08	4,91	ácido sulfúrico	8	55 ton e 28.115 l
	08	4,91	soda caústica	8	6 ton e 38.000 l
D	07	4,29	ácido clorídrico	8	30.060 Kg
	07	4,29	óleo combustível	-	220 m ³
O	06	3,68	amônia	2/8	s/esp.
	03	1,84	cloro	2/6.1	s/esp.
V	03	1,84	querozene	3	35.160 l
	03	1,84	isopropilbenzeno	3	26.000 l
I	03	1,84	oxigênio	2/5.1	5.000 l
	02	1,23	tolueno	3	s/esp.
A	02	1,23	acetona	3	s/esp.
	01	0,61	estireno	3	s/esp.
	01	0,61	enxofre	4.1	s/esp.
	01	0,61	ácido fluorbórico	8	s/esp.
	31	19,03	outros	-	s/esp.
Total	163	100,00	-	-	-
F	14	24,14	óleo diesel	-	232 vagões
E	12	20,69	s/esp.	-	-
R	10	17,24	álcool	3	157 vagões
R	02	3,45	gasolina	3	106 vagões
O	02	3,45	deriv. do petróleo	-	91 vagões
V	03	5,17	combustível	-	76 vagões
I	04	6,90	prod. diversos	-	12 vagões
A	11	18,96	vazios	-	334 vagões
Total	58	100,00	-	-	-

Tabela 4.4: Relação dos acidentes, produtos químicos e quantidades envolvidas nos acidentes da região de Campinas.

Rodovia SP 332	38 acidentes
Rodovia SP 348	11 acidentes
Rodovia SP 340	07 acidentes
Rodovia SP 330	07 acidentes
Rodovia SP 065	03 acidentes
Ferrovia REPLAN	15 acidentes
Ferrovia Eng. Acrísio	07 acidentes
Ferrovia Boa Vista Nova	03 acidentes

Tabela 4.5: Número total de acidentes por rodovia e ferrovia.

Rodovia SP 332	Km 134
Rodovia SP 348	Km 92 a Km 95 (captação do Capivari)
Rodovia SP 340	Km 105 a Km 110
Rodovia SP 330	Km 81 - Km 85
Rodovia SP 065	Km 121 (captação do Atibaia)
Ferrovia	Pátio da Replan
Ferrovia	Pátio Eng. Acrísio

Tabela 4.6: Trechos críticos por rodovia e ferrovia.

4.3.1 Considerações finais

Além dos resultados que apresentamos na tabela 4.4, os registros de acidentes levam aos números totais, por rodovias e ferrovia principais, mostrados na tabela 4.5, e aos trechos críticos, por rodovia e ferrovia, mostrados na tabela 4.6. Os resultados que apresentamos permitem as seguintes considerações:

- 1º) O número de acidentes é bastante elevado na região de Campinas, atingindo um total de 221 acidentes entre 1980 e 1990, sendo que a pesquisa nos Bombeiros e Polícia Rodoviária concentrou-se nos anos de 1985 a 1990 e na Ferrovia de 1988 a 1989.
- 2º) As rodovias SP 332 (interliga Paulínia, Campinas e via Anhangüera) e SP 348 (Bandeirantes) são as que apresentam o maior número de registros de acidentes.

- 3º) Os trechos críticos envolvem os locais de captação de água para o município de Campinas.
- 4º) Por fim cabe menção ao telex circular de 22.02.84 do DNER⁴, em que não são considerados produtos perigosos os óleos combustíveis tipo A (BPE), tipo B (APF), tipo C (óleo NR4), Tipo D (BTE), tipo E, tipo F e tipo G produzidos pela Petrobrás. Os acidentes envolvendo óleo diesel e óleos combustíveis não foram desconsiderados, pois estes produtos causam a interrupção do abastecimento público quando ocorre vazamento em grande quantidade em região próxima da captação de água, além do fato de serem citados no método desenvolvido pela CETESB para conversão da unidade padrão de combustível, integrando a Lei Estadual 181/78, aprovada pelo Decreto Estadual 13075/79.

Neste capítulo apresentamos os dados necessários para a identificação e análise de perigos/riscos, assunto do próximo capítulo. Além disso, no próximo capítulo discutimos as questões conceituais de risco aceitável, emergencial e inaceitável, os fatores que influem na probabilidade e nas conseqüências dos acidentes, bem como a metodologia a ser utilizada na realização do Estudo de Caso.

⁴Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

Capítulo 5

Riscos - definição e métodos

O termo *risco*, de utilização generalizada, é quase sempre empregado de forma vaga e sem uma conceituação precisa. Portanto antes de entrarmos no assunto propriamente dito necessitamos definir esta e as outras palavras que serão utilizadas a partir deste capítulo, e que são encontradas na bibliografia com significados diferentes. As definições a seguir são adaptadas da ICI do Brasil, segundo comunicação pessoal do Dr. Mário Lionetti Jr. .

Perigo (Hazard)

Propriedade de causar dano, inerente a uma substância, instalação ou procedimento.

Risco (Risk)

Probabilidade de um **Perigo** se materializar causando um determinado dano pré-estabelecido.

Segundo Smith, da Organização Mundial de Saúde¹, Perigo (*Hazard*) é a expressão **qualitativa** do potencial que um agente tem para causar dano à saúde, enquanto Risco (*Risk*) é a probabilidade **quantitativa** de um efeito adverso à saúde ocorrer depois de uma exposição especificada [59].

Danos (Damage)

Lesões a pessoas, danos a equipamentos ou estruturas, perda de material em processo ou redução da capacidade de desempenho de uma função pré-determinada. Ainda pode ser entendido como sendo a alteração ou conjunto de alterações dos constituintes ambientais a níveis que ultrapassem os padrões

¹Palestra proferida no Curso Latino-Americano sobre Toxicologia, outubro de 1991, FEA/UNICAMP.

de qualidade e/ou provoquem condições impróprias à subsistência da fauna ou da flora existentes.

Análise (Analysis)

Atividade sistemática para decompor um todo em suas partes componentes. Em segurança de processo ela usa os princípios da **Lógica** para decompor um dado evento em seus subeventos causadores.

Avaliação (Assessment)

Atividade que tem como objetivo atribuir **Valores** qualitativos ou quantitativos às causas ou às conseqüências de um dado evento.

Estudos de Perigo (Hazard Studies)

Conjunto de atividades sistemáticas visando a **Identificação, Análise e Avaliação de Perigos** associados às operações de processo.

Análise de Perigo (Hazard Analysis)

Parte do conjunto de **Estudos de Perigo** que se utiliza da lógica e de dados empíricos históricos para atribuir valores quantitativos às diferentes maneiras disponíveis para o controle de um perigo.

Avaliação de Perigo (Hazard Assessment)

Estudos de caráter experimental visando determinar as condições necessárias e/ou suficientes para a **Materialização** de um perigo.

Avaliação de Risco (Risk Assessment)

Técnicas de caráter experimental e/ou teórico para criação de **modelos** que visam a previsão quantitativa das conseqüências da **materialização** de um perigo.

Acidente (Accident)

Também recebe o nome de evento indesejável, evento crítico, catástrofe.

Para explicar melhor a diferença entre *Perigo* e *Risco* utilizaremos a figura 5.1. Nesta figura consideramos tudo que existe antes de um determinado acidente como **PERIGO**, enquanto que a probabilidade de materialização do perigo e suas conseqüências é o que chamamos **RISCO**. São mostradas as diferentes fases dos perigos com os produtos perigosos (circulação, estocagem e operação) e dos riscos que ocorrem devido ao sistema que os envolve. Podemos ver ainda em que fase (quando) as medidas preventivas (antes do acidente) e os planos de emergência (depois do acidente) devem ser acionados.

A avaliação do perigo e risco, em suas diversas fases, depende dos fatores envolvidos e da aplicação de métodos de análise adequados. Tais fatores e métodos, bem como a metodologia a ser aplicada ao Estudo de Caso, são tratadas a seguir nos seguintes tópicos:

1. Métodos de análise de perigos e riscos;
2. Risco aceitável, risco emergencial e risco inaceitável;
3. Fatores que influem na probabilidade de ocorrência de acidentes;
4. Fatores que influem nas conseqüências dos acidentes;
5. Metodologia.

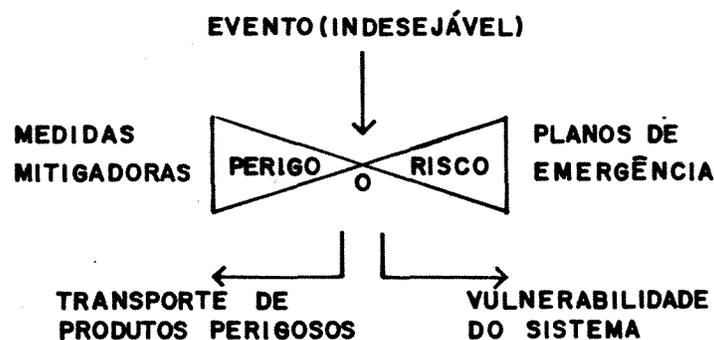


Figura 5.1: Representação gráfica de um acidente com produto perigoso e a diferença entre PERIGO e RISCO. Fonte: curso CETESB sobre Técnicas de Análise ministrado pelo Dr. Mário Lionetti, da ICI.

5.1 Métodos de análise de perigo/risco

Apresentamos agora os métodos encontrados na bibliografia para a análise de perigo/risco, [3, 7, 17], fazendo uma descrição geral dos mesmos. Iniciamos com métodos cuja aplicação está relacionada com a identificação de perigos, como Checklist, Inspeção de Segurança, Índice Dow e Mond e Análise de Operabilidade, Análise Preliminar de Perigos e Série de Perigos, tratando em seguida dos métodos de identificação de riscos, como Análise de Modos de Falha e Efeitos, Análise de Árvores de Falhas, Análise de Árvore de Eventos, Análise de Causa-Conseqüências e Análise de Erro Humano. Dentre todos destacamos dois métodos que selecionamos para realizar a análise dos acidentes com transportes de produtos perigosos, e que também são aplicáveis aos acidentes de processo industrial, a saber a Análise Preliminar de Perigo/Risco (APP/APR) e Série de Perigos/Riscos.

- Checklist

A listagem de referência ou *checklist* consiste em um questionário detalhado para identificar perigos e pode ser empregada em qualquer fase do projeto, execução e operação. Não fornece resultados quantitativos e depende da habilidade do entrevistador em obter todas as informações necessárias à avaliação da situação. Nesse sentido o *checklist* pode ser extenso demais e cansativo, podendo causar confusões para o usuário. Este método apresenta restrições ao seu uso, pois fica limitado somente aos assuntos apresentados no questionário.

- Inspeção de Segurança

Este método requer uma programação prévia devido ao envolvimento de vários setores de uma fábrica, e funciona como uma revisão do projeto executado, a fim de que os procedimentos de operação e manutenção sejam semelhantes aos projetos propostos.

Também chamada de inspeção intensiva em uma planta, inspeção de segurança de processo, ou ainda inspeção de prevenção de perdas, normalmente é feita um ano após o início das atividades da planta e repetida em intervalos de vários anos.

A Inspeção de Segurança consiste em realizar entrevistas com a equipe da planta (operadores e pessoal de segurança) para examinar todos os locais da fábrica. A

inspeção deverá identificar as situações de maior perigo através de diversas técnicas de avaliação tais como as listas de verificação, perguntas do tipo “e se” e avaliações de matéria prima.

- Índices Dow e Mond - Classificação Relativa

Trata-se de dois métodos intimamente relacionados. Os índices Dow e Mond constituem um método simples e direto para estimativas rápidas dos perigos em uma planta de processo, que consiste em determinar as penalidades e créditos baseados nas características das plantas. As penalidades são determinadas para os materiais do processo e condições que podem contribuir para um acidente. Os créditos são dados pelas características de segurança da planta que podem abrandar os efeitos de um acidente. Estas penalidades e créditos se combinam para originar um índice que é uma classificação relativa do risco da planta. O índice Mond foi desenvolvido como uma extensão do índice Dow. A principal diferença é que o índice Mond utiliza a toxicidade do material em conjunto com a inflamabilidade e a reatividade na determinação do valor do material para a quantificação do perigo. São baseados em cálculos e fornecem resultados quantitativos.

- Análise de Operabilidade (HAZOP)

O estudo HAZOP serve para identificar perigos (é o primeiro objetivo) e problemas de operabilidade, mesmo que estes não sejam perigosos, que possam comprometer a capacidade da planta de atingir a produção desejada. As investigações são feitas para detectar como uma instalação pode se desviar do projeto original. Ele é aplicado em todas as fases de um projeto. O HAZOP consiste em fazer uma revisão na indústria ou sistema envolvido através de uma série de encontros, durante os quais uma equipe multidisciplinar discute metodicamente a situação, seguindo a estrutura fornecida pela palavra guia e pela experiência do líder da equipe.

A equipe identifica os nós, ou seja, os pontos específicos do projeto, um de cada vez. Em cada um desses pontos são examinados desvios nos parâmetros do processo usando palavras-guias. Assim a equipe procura varrer todos os caminhos imagináveis, identificando um grande número de desvios, cada um considerado e identificado segundo suas causas e conseqüências potenciais.

O sucesso ou falha do HAZOP depende:

- da precisão dos dados e plantas como base do estudo;
- da habilidade técnica e discernimento da equipe;
- da habilidade e imaginação da equipe em visualizar os desvios, causas e conseqüências;
- da capacidade de percepção da equipe para concentrar-se nos riscos mais sérios dentre os que foram identificados.

- **Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA)**

Este método é especialmente utilizado para identificação de mau funcionamento dos equipamentos de uma instalação industrial. O objetivo principal é identificar falhas que possam causar riscos e suas conseqüências. Os dados obtidos servirão para corrigir as falhas e ainda mudar o sistema visando melhorar o processo produtivo e a operabilidade.

A abordagem é inicialmente qualitativa, podendo ser aplicados dados quantitativos para estabelecer a classificação crítica, que passa a ser a única diferença entre a Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA) e a Análise Crítica de Modos de Falha e Efeitos (FMECA).

- **Análise de Árvore de Falhas (FTA)**

Trata-se de um dos principais métodos de análise de segurança de sistemas.

Especialmente desenvolvido pela Bell Telephone em 1962, a pedido da Força Aérea Americana, visa obter através de um diagrama lógico os eventos que conduzam a um acidente ou falha. Pode ser usado na fase inicial de um projeto para descobrir falhas escondidas que resultem das combinações das falhas dos equipamentos.

A Análise de Árvore de Falhas é uma técnica dedutiva que enfoca determinado acidente e prevê um método para verificar suas causas. A árvore de falhas é um modelo que representa graficamente e logicamente as várias combinações de possíveis eventos de falta e falha dos equipamentos que podem resultar no evento indesejável, também chamado de evento topo. A solução da árvore de falhas é uma lista de equipamentos deficientes que são suficientes para resultar em acidente.

- Análise de Árvore de Eventos

É uma técnica para se avaliar as conseqüências potenciais de um acidente, resultante de falha do equipamento do sistema, do colapso do processo ou de erro humano, conhecidos como evento inicial.

Este método considera o operador ou o sistema de segurança responsável pelo evento inicial na determinação do acidente resultante. O resultado da análise de árvore de eventos são seqüências de acidentes das quais constam a ordem cronológica das falhas e erros que culminam num acidente. A análise de árvore de eventos é bem recomendada para sistemas que possuem sistemas de segurança ou procedimentos de emergência elaborados para responder a eventos iniciais específicos.

- Análise de Causa-Conseqüências

É uma combinação das técnicas utilizadas nas análises de árvore de eventos e de árvore de falhas. O resultado relaciona as conseqüências específicas do acidente com suas muitas causas básicas.

Este método pode ser usado para quantificar a freqüência esperada de ocorrência das conseqüências de cada evento acidental.

- Análise de Erro Humano

É um método que permite fazer uma avaliação sistemática de fatores que influenciam na atuação de operadores humanos, quadro de pessoal, técnicos e demais pessoas da fábrica.

A análise de erro humano identifica situações que podem causar ou levar a um acidente. O homem faz parte do processo produtivo e portanto poderá cometer erros. Os erros cometidos pelo homem podem levar a situações de risco para ele e para o sistema. Os riscos podem ser diretos, com conseqüências imediatas, ou podem apenas favorecer situações críticas futuras. Nos estudos de segurança as formas mais recentes de análise de erro humano foram direcionadas para militares, químicos e sistemas de transporte, e a quantificação dos erros para indústrias de armamentos e energia nuclear.

- Análise Preliminar de Perigos/Riscos (APP/APR)

Como o próprio nome diz, o objetivo principal deste método é realizar uma análise prévia dos perigos, visando detectá-los para economizar tempo e gastos em modificações futuras. Baseia-se em técnicas usadas pelos militares em seus programas de segurança de sistemas, que passaram a ser exigidos como padrão militar a partir de 1984.

As principais vantagens da Análise Preliminar de Perigos são:

- identificação prévia e avaliação do potencial de perigos, que serve de orientação para a equipe planejadora;
- identificação e/ou desenvolvimento de manuais e critérios a serem seguidos pela equipe.

Com esse procedimento os principais perigos podem ser eliminados, minimizados ou controlados quase a partir do início. A figura 5.2 apresenta um exemplo deste método aplicado ao tema em questão, baseado no nosso banco de dados e informações obtidas durante a pesquisa.

- Série de Perigos/Riscos

A causa de um evento indesejável pode parecer evidente, porém a verdadeira causa não é tão fácil de determinar, tendo em vista que ela é bem anterior e é o ponto de partida que funciona como detonador de toda a série de perigos que poderá decorrer a partir do perigo inicial. Portanto a série de perigos é constituída de 3 fases principais: o perigo inicial, os perigos contribuintes e o perigo principal. O perigo principal é também denominado catástrofe ou evento catastrófico ou ainda evento crítico. Através de uma análise de perigos podemos detectar todos os perigos capazes de contribuir na série.

Ainda persistindo a possibilidade do evento crítico ocorrer, precisamos então estabelecer um plano de emergência para mitigar suas conseqüências. A figura 5.3 mostra um exemplo de série de perigos (antes do evento indesejável) e riscos (após o evento indesejável).

Um quadro comparativo com os principais métodos usados na identificação de perigos pode ser vista nas tabelas 5.1 e 5.2, onde apresentamos, resumidamente, os objetivos, fases de aplicação, tipos de resultados e natureza dos resultados.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

PERIGO / RISCO	CAUSAS	EFEITOS	PROBABILIDADE	CONSEQUÊNCIAS	CATEGORIA RISCO P x C	MEDIDAS PREVENTIVAS
- ACIDENTES COM CAMINHÕES	- INABILIDADE (ATO INSEGURO) - FALTA DE ATENÇÃO DOS MOTORISTAS - VEÍCULO EM MAU ESTADO DE MANUTENÇÃO - ESTRADAS EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO - FENÔMENOS METEOROLÓGICOS	- RUPTURA DO TANQUE - CONTAMINAÇÃO SISTEMA DE ÁGUA - INTOXICAÇÕES - MORTES - DANOS	1- EXTREMAMENTE REMOTA 2- REMOTA 3- PROVÁVEL 4- MUITO PROVÁVEL	1- DESPREZÍVEL 2- MARGINAL 3- SEVERA 4- CATASTRÓFICA	1-3 ACEITÁVEL 4-6 EMERGENCIAL 8-16 INACEITÁVEL	- PROIBIR TRAFEGO - MUDAR ROTAS - CONTENÇÃO DO SIST. ABAST. ÁGUA - MANUTENÇÃO ESTRADAS E VEÍCULOS - FISCALIZAÇÃO - PLANO DE EMERGÊNCIA

Figura 5.2: APP/APR - Acidente com caminhão, trem e duto transportando produtos perigosos.

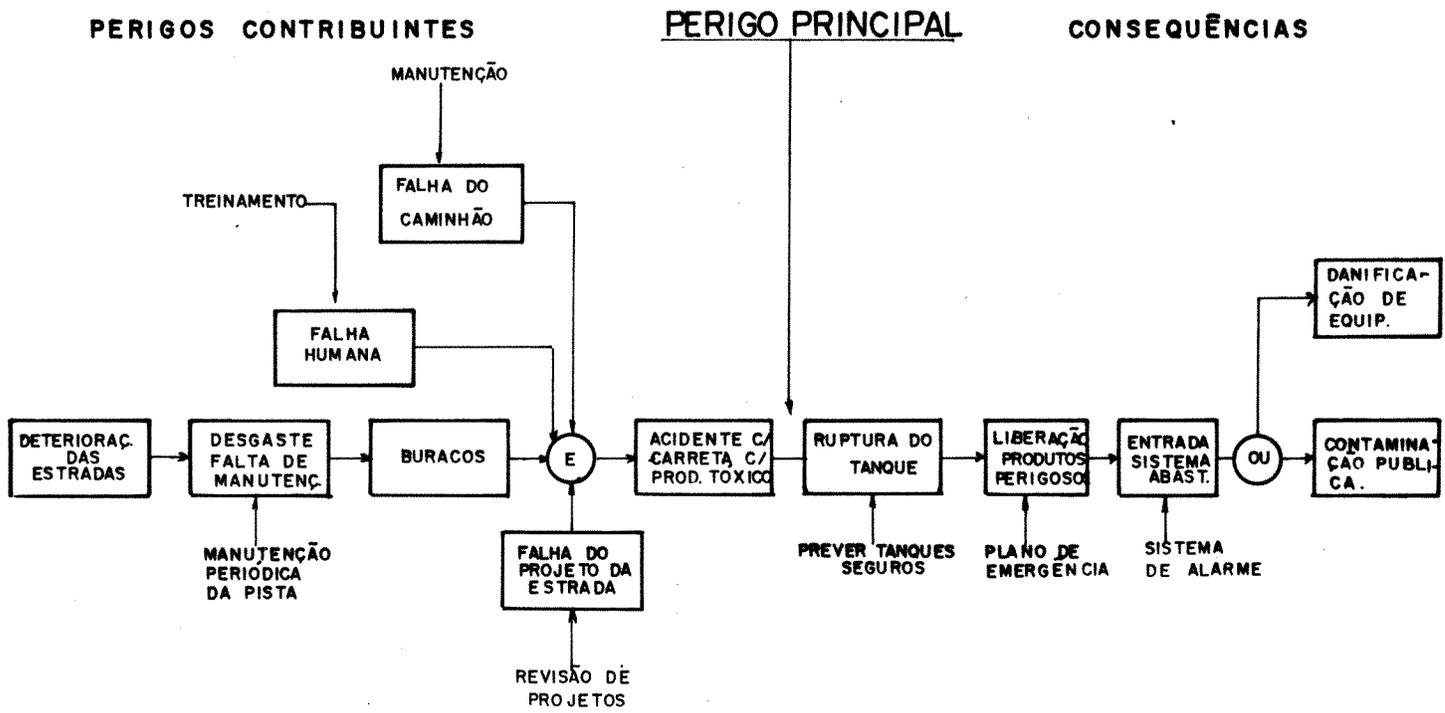


Figura 5.3: Série de Perigos - Acidente com carreta transportadora de produtos perigosos.

Método	Objetivos	Fase de Aplicação	Tipo de Resultado	Natureza dos Resultados
CHECKLISTS	Identificar perigos previamente conhecidos.	Todas as etapas.	Limitados ao conteúdo da listagem.	Análise dicotômica sim-não.
INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	Identificar perigos previamente conhecidos, desvios de processo e projeto.	Construção, operação e fechamento	Desvios de procedimentos e projetos. Planos de ação.	Qualitativa.
ÍNDICES DOW E MOND	Identificar perigos, desvios de processos e projetos, conseqüências do pior caso.	Projeto e operação.	Hierarquização dos perigos.	Classificação quantitativa. Informações qualitativas.
ANÁLISE DE OPERABILIDADE	Identificar eventos geradores de perigos. Identificar conseqüências do pior caso. Identificar perigos.	Projeto e operação.	Listagem de perigos com recomendações para alterações de processo e projeto.	Qualitativa.
ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS	Identificar perigos e eventos geradores de acidentes. Identificar conseqüências do pior caso.	Projeto, construção e operação.	Listagem sistemática de referências de modos de falhas e efeitos.	Qualitativa. Estimativa das conseqüências do pior caso.
ANÁLISE DE ÁRVORE DE FALHAS	Identificar eventos seqüenciais e a possibilidade de reduzir a probabilidade de geração de acidentes. Identificar eventos geradores. Estimar probabilidade de início do acidente.	Projeto e operação.	Listagem de equipamentos que podem resultar em acidentes. Classificação por ordem de importância.	Qualitativa. Quantitativa em caso de disponibilidade de dados de probabilidade.

Tabela 5.1: Quadro comparativo dos vários métodos de avaliação de perigo.

Método	Objetivos	Fase de Aplicação	Tipo de Resultado	Natureza dos Resultados
ANÁLISE DE ÁRVORE DE EVENTOS	Identificar eventos seqüenciais. Possibilidade de reduzir a probabilidade de geração de acidentes. Identificar eventos geradores.	Projeto e operação.	Seqüência de eventos que contribuem para acidentes.	Qualitativa. Quantitativa em caso de disponibilidade de dados de probabilidade.
ANÁLISE DE CAUSA-CONSEQUÊNCIAS	Identificar eventos seqüenciais de acidentes e conseqüências. Identificar a possibilidade de redução da probabilidade de geração de acidentes. Estimar a probabilidade de início do acidente.	Projeto e operação.	Conseqüências potenciais dos acidentes. Probabilidade de cada tipo de acidente.	Qualitativa com potencial quantitativo.
ANÁLISE DE ERRO HUMANO	Identificar eventos geradores de acidentes. Identificar possibilidade de reduzir a probabilidade de geração de acidentes. Estimar a probabilidade de início do acidente.	Projeto, construção e operação.	Lista sistemática dos erros prováveis. Fatores que contribuem para estes erros.	Qualitativa. Quantitativa em caso de disponibilidade de dados de probabilidade.
ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS	Identificar perigos antes da operação. Reduzir as conseqüências.	Inicial de projeto.	Listagens de perigos com recomendações para redução no projeto final.	Listagem qualitativa.
SÉRIE DE PERIGOS/RISCOS	Identificar seqüências de fatos ou sua repetição.	Análise a priori de acidentes.	Listagem da seqüência de eventos por relação causa-efeito incluindo inibições.	Descrição do fenômeno, determinação de causas remotas ou iniciais da seqüência.

Tabela 5.2: Quadro comparativo dos vários métodos de avaliação de perigo.

5.2 Risco aceitável, risco maior e risco emergencial

Segundo Lowrance [42] “Poucas notícias são tão alarmantes, desconcertantes e particulares em suas implicações como estas concernentes à segurança”. A sensibilidade individual em relação aos riscos é bastante diversa, e o julgamento dos riscos é muito influenciado pelos últimos eventos ocorridos.

As conseqüências de um acidente são difíceis de serem manipuladas pelas autoridades ou pelas empresas no sentido de uma aceitação pela opinião pública, e podem levar uma administração ao descrédito. As obras de prevenção de acidentes e atendimento às emergências devem constar dos planos do governo e das empresas, pois o objetivo principal é o de proteger a população contra a exposição a riscos involuntários e/ou desconhecidos.

Na introdução deste capítulo definimos risco de maneira simplificada, a fim de explicar a diferença entre risco e perigo. Nesta seção veremos definições mais abrangentes, que permitem um melhor entendimento do conceito, tendo em vista a análise de conseqüências dos eventos indesejados.

Para um dado sistema, um *risco* é a probabilidade de que ocorra no sistema um evento de conseqüências indesejáveis segundo a escala de valores das pessoas envolvidas no evento e nas suas conseqüências.

Para análise das conseqüências dos riscos precisamos definir o *sistema* onde ocorreu o evento indesejável[17].

“Um sistema é um arranjo ordenado de componentes que estão inter-relacionados e que atuam e inter-atuam com outros sistemas para cumprir uma tarefa ou função (objetivos).”

Se definirmos *risco* como uma função da probabilidade multiplicada pela gravidade, tornando o conceito mais simples, teremos a expressão

$$R = f(P \times G)$$

Então, para quantificar esta expressão atribuímos valores de 1 a 4 para os níveis definidos de probabilidade e gravidade, dando menor valor para eventos menos prováveis e riscos menos graves, maior valor para aqueles mais prováveis e mais graves. Na tabela 5.3 temos as faixas de probabilidade, juntamente com as conceituações e os valores numéricos usados para quantificá-las. A tabela 5.4 apresenta os mesmos dados para a gravidade (conseqüências), cuja classificação, mostrada na tabela 5.5, foi feita segundo as definições apresentadas em *Análise de Riscos de Processos* [17].

Faixa de Probabilidade	Significado	Valor Numérico
0-25%	Extremamente remota	1
26-50%	Remota	2
51-75%	Provável	3
75-100%	Muito provável	4

Tabela 5.3: Faixas de probabilidade, significados e valores numéricos.

Gravidade	Valor Numérico
Desprezível	1
Marginal	2
Severo	3
Catastrófico	4

Tabela 5.4: Significados e valores numéricos para a gravidade.

Conseqüência	Significado
Desprezível	Não degrada o sistema, nem seu funcionamento, não ameaça os recursos humanos.
Marginal	Degradação moderada/danos menores. Não causa lesões, é controlável.
Crítica	Degradação crítica, lesões, danos substanciais. Coloca o sistema em risco e requer ações corretivas imediatas para a continuidade da operação.
Catastrófica	Séria degradação do sistema, perda do sistema, morte e lesões.

Tabela 5.5: Classificação das conseqüências de um evento (gravidade) de acordo com *Análise de Riscos de Processos*, Instituto Brasileiro de Gerenciamento de Riscos [17].

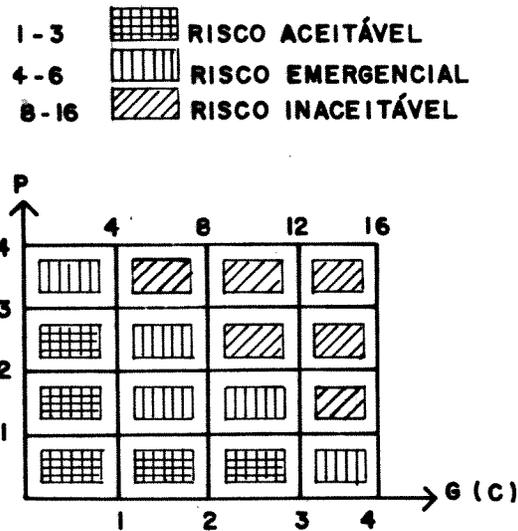


Figura 5.4: Faixas de risco.

Finalmente, a fim de agrupar os valores obtidos a partir da probabilidade e da gravidade, estabelecemos as seguintes faixas para classificar riscos:

- 1 a 3, entendido como aceitável;
- 4 a 6, entendido como emergencial;
- 8 a 16, entendido como inaceitável.

As faixas de risco podem ser melhor exemplificadas na figura 5.4, que mostra graficamente os valores da probabilidade \times gravidade das conseqüências.

- O risco aceitável

Segundo Lowrance [42] a questão fundamental sobre o risco aceitável é: “Como pode alguém medir a boa vontade do público de aceitar o risco?” Os problemas surgidos com a implantação da indústria pesada e com a intensa industrialização e complexidade técnica concentradas em algumas regiões têm criado situações críticas para as pessoas direta ou indiretamente envolvidas. Neste sentido a aceitabilidade do risco vai depender do nível de conscientização da população, que deve procurar nos cientistas o amparo técnico ao seu entendimento e assim decidir sobre a convivência com os mesmos. As indústrias, através de sua corporação, devem procurar aproximar-se da população e dos pesquisadores e técnicos para as explicações sobre seu processo de produção e os resíduos do processo, permitindo aos diretamente

atingidos decidir sobre a aceitação dos níveis de convivência, pois “nada pode ser absolutamente livre de risco” [42].

Existem fatores que podem alterar a aceitação ou não dos riscos. Entre eles temos a época, o local, os aspectos culturais e a percepção ou aspectos psicológicos.

- O risco maior - o risco inaceitável

Quando da ocorrência do evento crítico (acidente) as conseqüências podem chegar a ser catastróficas, e dizemos que o acidente resulta na materialização severa ou catastrófica do perigo, o risco maior, como incêndio, explosão, liberação de gases tóxicos, danos ao ambiente, seres humanos e até mortes.

O risco inaceitável é aquele com o qual a sociedade não está disposta a conviver. São necessárias ações de forma que seja reduzida a probabilidade de sua ocorrência ou a gravidade de suas conseqüências, ou ambas.

- O risco emergencial

Entre o risco aceitável e o inaceitável encontramos o risco emergencial. Este pode ser definido como o risco para o qual a relação custo/benefício não recomenda alterações ou obras nos processos e equipamentos, mas requer a existência de formas de se conter suas conseqüências. Neste caso existe a necessidade de serem acionados os planos de emergência, através da Defesa Civil do município, pois o detonador da catástrofe deve ser controlado a fim de evitar o risco maior.

5.3 Fatores que influem na probabilidade de ocorrência de acidentes

Na avaliação dos perigos/riscos, contamos com fatores que contribuem para que o evento indesejável se torne mais ou menos provável.

Para a análise proposta neste trabalho, ou seja, a vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água de Campinas, devemos levar em consideração o histórico dos acidentes; as condições das vias de transportes, dos meios de transportes, e dos condutores; a rota do transporte de produtos perigosos; a intensidade do tráfego;

as condições meteorológicas, proximidade de feriados e a distância relativa até a captação de água.

Tendo em vista as condições de socorro que envolvem um acidente, nem sempre são anotadas todas as informações, ou por falha do registrador ou por falta de sensibilidade para perceber a importância de determinados aspectos. Porém, informações obtidas através de pessoas que atendem a estas ocorrências (policiais, bombeiros) permitiram-nos confirmar que os acidentes são de fato causados pelos problemas apresentados.

As captações de água de Campinas e região ficam junto às principais vias que transportam os produtos perigosos, o que contribui para o aumento da probabilidade de ver comprometido o seu sistema de abastecimento público.

5.4 Fatores que influem nas conseqüências dos acidentes

Quando avaliamos os riscos e analisamos as conseqüências de um acidente verificamos a existência de fatores que influem na amplitude do impacto de um acidente sobre as pessoas e o meio ambiente. Segundo Smith [58] estes fatores são: condições climáticas, local ou região, pessoas envolvidas, características do solo, resíduos resultantes do acidente e o horário em que este ocorre. Dentre eles selecionamos os seguintes aspectos para análise:

- Aspectos do meio natural
- Aspectos do meio antrópico
- Atendimento às vítimas
- Limpeza do local

Com relação aos aspectos do meio natural consideramos as condições do tempo como temperatura, altitude, direção dos ventos, tempo seco, úmido, com chuvas leves ou intensas, tempestades, desmoronamentos e quedas de barreiras; tipo de relevo, vegetação, barreiras naturais, corpos d'água, córregos, lagos, rios. Quanto aos aspectos do meio antrópico consideramos as condições do local ou região, se a zona é rural ou urbana, próxima de cidades populosas ou de povoados. Os fatores referidos

podem influir de maneira decisiva para aumentar a situação crítica que envolve um acidente. Os atendimentos de urgência deverão portanto ser providenciados num tempo mínimo, o que exige a intervenção de técnicos especializados na área da saúde junto com as autoridades competentes, a fim de mitigar as conseqüências traumáticas dos acidentes.

As características do solo e a presença de vegetação são fatores importantes pois a lixiviação, percolação e absorção ou adsorção dos produtos vazados ou derramados nos acidentes, e também daqueles resultantes da limpeza do local, poderão ocasionar com maior ou menor rapidez a contaminação dos corpos d'água destinados ao abastecimento.

Devemos também observar que a vazão do rio, a quantidade de produto derramado ou vazado e a periculosidade do produto são também fatores determinantes da gravidade das conseqüências de um acidente.

- Como os produtos tóxicos chegam aos sistemas de abastecimento público

Este processo ocorre através da contaminação das águas superficiais por vazamento direto no rio e/ou seus afluentes, pela lixiviação do solo durante a chuva, ou ainda pelas águas provenientes da limpeza do local onde ocorreu o acidente. A contaminação dos rios também se dá diretamente pela precipitação das emissões tóxicas, principalmente durante as chuvas. Temos ainda a possibilidade da poluição por terrorismo ambiental [65], direto na Estação de Tratamento de Água.

A contaminação indireta ocorre principalmente através do solo pela percolação do produto, como acontece com os adubos utilizados na agricultura, até o lençol subterrâneo, sendo que a velocidade com que o produto atinge o corpo d'água depende diretamente do tipo de solo.

- Providências no caso de um produto perigoso atingir a captação de água do município de Campinas - Atuação das ETA's

As estações de tratamento, em situações normais, fazem análises das características físico-químicas da água como pH, turbidez, cor e quantidade de oxigênio. As anormalidades são detectadas de diversas maneiras, dentre as quais temos:

- Pelo controle que é feito na ETA, como avaliação visual do processo de floculação, "quando ela não for boa"². Neste caso são verificadas as alterações das características da água.

²Palavras de funcionário da ETA.

- Aviso proveniente da CETESB, órgão encarregado da manutenção do controle ambiental, quando é chamada, principalmente para o atendimento de casos de acidentes que envolvem produtos potencialmente tóxicos.
- Aviso proveniente da população, que suspeita de produto ou “cheiro” estranho.

Quando ocorre a suspeita são colhidas várias amostras que são levadas para o laboratório central para análises mais detalhadas, pois as ETA's não dispõem de recursos para isso. Quando não existem condições de tratamento a ETA pára de fornecer água para o abastecimento público.

Convém observar que não temos conhecimento de como é feita a análise para verificar a entrada de metais pesados e também os produtos tóxicos dissolvidos na água, que nem sempre são detectados pelas análises normalmente realizadas pelos laboratórios. Além disso, não existem informações documentais a respeito dos procedimentos utilizados nas ETA's para ocorrências deste tipo.

5.5 Metodologia utilizada

O sistema de abastecimento público de água de Campinas é comprometido a partir do momento em que o produto perigoso atinge o recurso hídrico, a captação de água, os reservatórios e a distribuição para a população. O grau desse comprometimento depende da periculosidade e quantidade do produto derramado, da vazão do rio, da distância relativa à captação e dos sistemas de proteção. A vegetação e o solo podem funcionar como proteção natural para que o produto não atinja o corpo d'água.

O *acidente* deve ser considerado em três etapas distintas e inter-relacionadas, *antes, durante e após* o evento crítico. A análise prévia de perigos permite adotar medidas mitigadoras para que o acidente não ocorra. Nesta etapa podem ser considerados aspectos como localização de indústrias, traçados das vias, análise de projetos, condições gerais dos transportes, das vias, do material transportado e do transportador. Estes aspectos influem de maneira decisiva na probabilidade de acidentes.

Numa segunda etapa consideramos o acidente, isto é, quando ocorre o derramamento de produto perigoso. Este pode ou não atingir o recurso hídrico, comprometendo o abastecimento de água ou causando degradação ambiental. Na terceira

etapa, se o produto derramado der entrada no Sistema de Abastecimento de Água e for detectado, deve-se acionar um plano de emergência, a fim de diminuir a gravidade das conseqüências do acidente, caso contrário passamos a conviver com o risco maior – inaceitável.

O alvo principal de nosso trabalho é a fase anterior ao acidente, isto é, a identificação, no interior da área de estudo, de áreas críticas onde a ocorrência de acidentes durante o transporte de produtos perigosos representa uma ameaça maior ao sistema de abastecimento de água. Para realizar essa identificação partimos da hipótese de que os pontos de cruzamento ou proximidade das vias por onde tais produtos são transportados com os cursos d'água que formam o sistema produtor para o abastecimento de água de Campinas merecem atenção especial. É conveniente ressaltar que em nenhum momento estamos considerando os efeitos crônicos que possam advir de contaminações por longos períodos de tempo, mas somente os efeitos agudos decorrentes de um possível acidente.

Como já citado, existem fatores que influem na probabilidade de ocorrência de acidentes. Tais fatores, juntamente com o histórico de acidentes e os pontos perigosos, determinam as áreas vulneráveis. Utilizamos o banco de dados (capítulo 4) para verificar a ocorrência anterior de acidentes, bem como o tipo e a quantidade do produto derramado, na região analisada. A análise dessas áreas vulneráveis quanto à distância relativa à captação de água, concentração de indústrias e vias principais de acesso determina uma região cujas áreas vulneráveis são classificadas como áreas críticas, e que deverão ser submetidas à *Análise Preliminar de Perigo*. Um esquema deste procedimento pode ser visto no fluxograma da figura 5.6. As áreas descartadas são aquelas onde o perigo foi considerado aceitável, isto é, onde um acidente com produto perigoso não chega a ameaçar o abastecimento da população. Apresentamos na figura 5.5 uma representação esquemática das partes que compõem um sistema de abastecimento de água. Podemos constatar a importância de se detectar a presença do produto perigoso na estação de tratamento, antes que a água contaminada passe ao reservatório e possa ser distribuída para a população.

Os resultados obtidos até agora, conceituando os termos a serem usados e a abordagem dos métodos para análise de perigos, bem como os fatores que influem nas conseqüências dos riscos e a metodologia a ser utilizada, subsidiam a realização do **Estudo de Caso**, assunto do próximo capítulo.

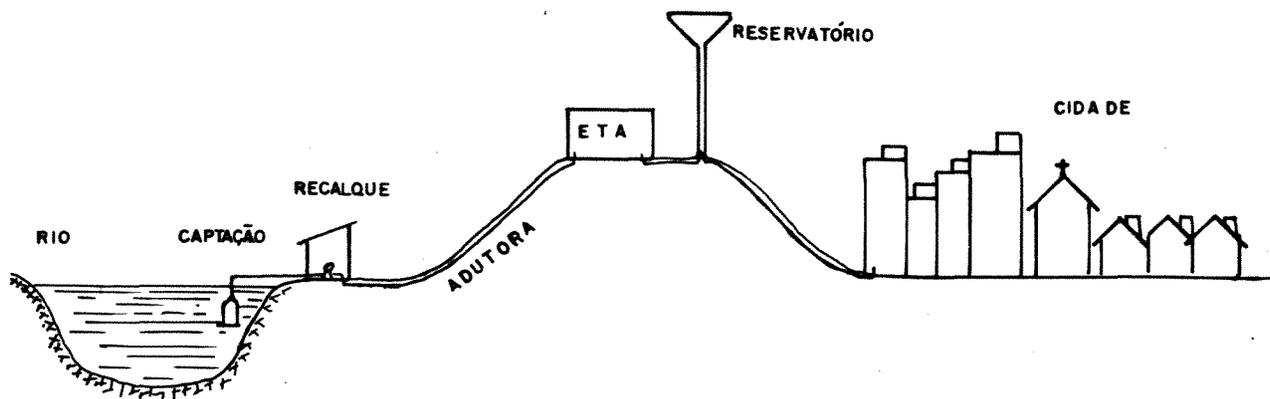


Figura 5.5: Esquema das partes que compõem um Sistema de Abastecimento de Água.

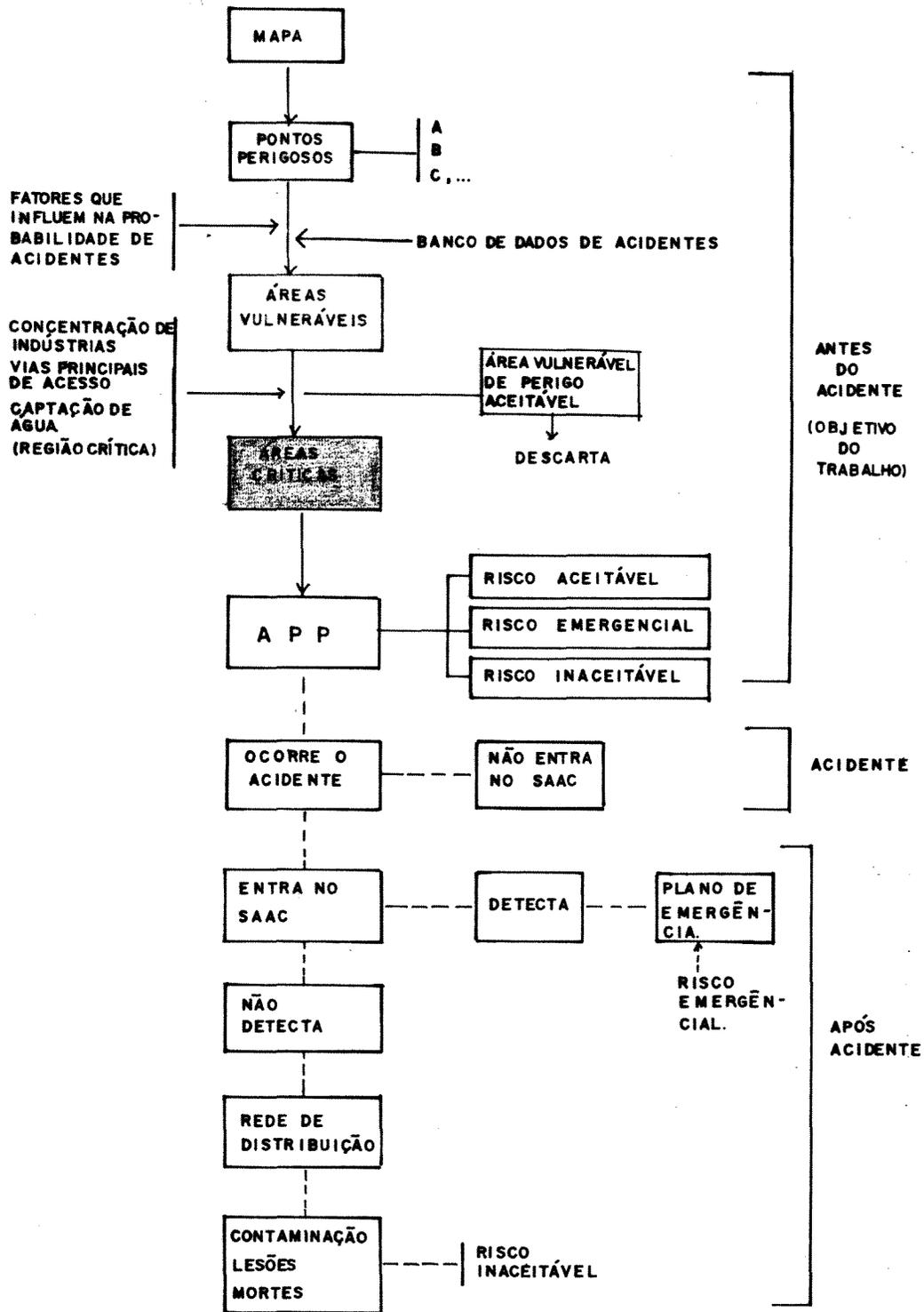


Figura 5.6: Fluxograma da metodologia.

Capítulo 6

Estudo de caso

Os estudos desenvolvidos foram aplicados nas sub-bacias dos rios Atibaia e Capivari, por serem estes os dois principais sistemas produtores de água para o município de Campinas. O diagnóstico ambiental quanto aos vários aspectos físicos, ocupação e uso do solo, usos da água e carga poluidora foi apresentado no segundo capítulo. Resumidamente podemos afirmar que a área de estudo é altamente complexa e bastante heterogênea, apresentando regiões tipicamente rurais, com locais para residência em final de semana, desde a cabeceira do rio Atibaia até o município de mesmo nome, enquanto à medida que nos aproximamos de Campinas encontramos uma intensa industrialização e uma intrincada malha rodo-férrea-dutoviária que é utilizada para escoamento da produção, tão intensa nesta área. A isto se acrescentam os vários problemas de conurbação de regiões metropolitanas, como é o caso de Campinas e municípios limítrofes, que já é considerada como tal.

6.1 Levantamento dos dados

Iniciamos o trabalho de levantamento de dados obtendo a área de estudo da Carta de Utilização da Terra, folhas Campinas, São Paulo e Santos, do IGC¹, ano 1986, na escala 1:250.000 [39]. A escala 1:250.000 para o mapa que serviu de base para todos os demais, em função dos parâmetros que definimos para o nosso estudo. Com o objetivo de obter informações mais detalhadas consultamos as cartas do IBGE, folhas Indaiatuba, Jundiaí, Americana, Campinas, Valinhos, Cosmópolis e Limeira, cujo levantamento foi feito em 1976 e publicado em 1980, na escala 1:50.000 [38]. Con-

¹Instituto Geográfico e Cartográfico

sultamos as cartas do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960, na escala 1:500.000 [54], por não contarmos com trabalhos sobre solos em escalas maiores que abranjam toda a área de estudo. Para verificação mais pormenorizada nas áreas de captação de água de Campinas consultamos o levantamento semidetalhado dos solos do Estado de São Paulo, quadrícula de Campinas, escala 1:100.000, ano 1977 [48].

Os mapas elaborados contêm os seguintes dados:

- 1) Mapa geral - apresenta hidrografia, rede viária, sedes dos municípios e distritos importantes. (ver A6.1)
- 2) Ocupação e Uso do Solo - apresenta áreas urbanas, rurais, agricultura e localização das principais indústrias (ver A6.2);
- 3) Vegetação - apresenta as áreas de matas, capoeiras, campos antrópicos e silvicultura (ver A6.3);
- 4) Solos - apresenta os tipos de solo (ver A6.4).

Estes mapas servem de apoio para consulta visual sobre os aspectos que contribuem para aumentar ou diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes durante o transporte de produtos perigosos, e para a identificação dos locais onde pode ser maior a gravidade das conseqüências de tais acidentes. A probabilidade está relacionada com o uso e ocupação do solo, que são fatores determinantes do aumento do fluxo de veículos, implantação de indústrias, circulação de mercadorias, desenvolvimento da agricultura, bem como da deterioração das estradas. As conseqüências estão relacionadas com os aspectos físico-biológicos, pois a presença de vegetação e o tipo de solo podem retardar o processo de escoamento ou infiltração do produto perigoso até o corpo d'água.

6.2 Identificação das áreas críticas nas rotas principais do transporte de produtos perigosos

As rotas principais dos produtos perigosos unem o terminal marítimo de São Sebastião à refinaria REPLAN, em Paulínia, passando por Campinas. Estes produtos circulam pelas rodovias, ferrovias e dutovias e após passarem por transformações são distribuídos para os centros consumidores. Ao retornar de Paulínia novamente passam por Campinas, que é um ponto de convergência das principais vias que ligam as regiões sul, norte, nordeste e leste do Brasil.

Dentro da área de estudo deste trabalho verificamos inicialmente as vias de acesso que centralizam essas rotas e, em mapa, identificamos os pontos críticos. Em seguida, realizamos visitas *in loco* a fim de constatar as hipóteses de periculosidade e observar os fatores que influem na probabilidade e na gravidade das conseqüências de um acidente.

Baseando-nos nestas observações atribuímos a cada um dos pontos críticos uma área de influência que consideramos como *áreas vulneráveis*. As áreas vulneráveis, mostradas no mapa A6.5 foram identificadas a partir dos pontos de cruzamento ou proximidade das vias de transporte com os afluentes, rios e reservatórios que formam as sub-bacias hidrográficas dos rios Atibaia e Capivari. Desta forma obtivemos dez áreas na sub-bacia do rio Atibaia e quatro na do Capivari, as quais são listadas na tabela 6.1. Os detalhes sobre as características dessas áreas são mostrados na tabela 6.2.

As áreas vulneráveis que se encontram no espaço territorial que concentra 80% das indústrias, as principais vias de acesso a essas indústrias, entroncamentos e centros de captação de água são consideradas *áreas críticas*, e serão alvo da Análise Preliminar de Perigo. Este espaço territorial é delimitado ao norte e ao sul pelas linhas limítrofes das bacias hidrográficas, a oeste pela estrada de ferro Indaiatuba-Paulínia e a leste pela rodovia SP 360, que atravessa Itatiba. A área espacial a ser analisada compreende cerca de 1050 km² (mapa A6.5) e engloba as áreas A6, A7, A8, A9, A10, C1, C2, C3 e C4.

6.3 Métodos de análise - Série de Perigos e Análise Preliminar de Perigos

- Série de Perigos

Neste método identificamos as parcelas contribuintes para que o perigo principal ocorra, desencadeando assim a série de conseqüências e a sua gravidade.

Na figura 6.1 apresentamos um exemplo de aplicação desse processo de análise a um acidente genérico durante o transporte de produtos potencialmente perigosos. Nela estão indicadas as três fases que compõem um acidente, (vide seção 5.1) desde os eventos contribuintes até suas conseqüências, passando pelo perigo principal. A generalidade do método permite que os resultados da análise sejam aplicados a um grande número de casos particulares, fornecendo ainda como sub-produto as medidas preventivas e mitigadoras a serem adotadas.

	Área Vulnerável	Nº ac.	Descrição
A1	PIRACAIA	S/R	As rodovias SP 063, SP 036 e SP 065 cruzam o rio Atibaia e afluentes.
A2	NAZARÉ PAULISTA	S/R	As rodovias SP 065 e SP 036 e o Duto Petrobrás passam próximo ou cruzam a Represa Atibainha.
A3	ATIBAIA	S/R	As rodovias SP 065, SP 095, SP 381 e SP 063 e o Duto Petrobrás cruzam o rio Atibaia e afluentes.
A4	JARINU	S/R	As rodovias SP 065 e SP 063 e o Duto Petrobrás cruzam os rios Atibaia e das Pedras.
A5	FAZENDA VELHA	S/R	A rodovia SP 063 e o Duto Petrobrás cruzam o rio Atibaia e afluentes.
A6	ITATIBA	S/R	As rodovias SP 065, SP 063 e SP 360 e o Duto Petrobrás cruzam o rio Atibaia.
A7	USINA SALTO GRANDE	01	A rodovia SP 065 e o Duto Petrobrás passam próximo ao rio Atibaia.
A8	VINHEDO	02	As rodovias SP 332 e SP 330, a Estrada Vinhedo-Itatiba e a Ferrovia passam próximo ao córrego Cachoeira.
A9	VALINHOS	02	As rodovias SP 332 e SP 330 e a Ferrovia Paulista passam próximo ao ribeirão dos Pinheiros.
A10	SOUSAS	01	A rodovia SP 065 e o Duto Petrobrás passam próximo ao rio Atibaia.
C1	NASCENTE RIO CAPIVARI	02	As rodovias SP 330 e SP 360 e a Ferrovia Paulista passam próximo ou cruzam o rio Capivari.
C2	ANHANGÜERA-LOUVEIRA	>10	As rodovias SP 330 e SP 332 e a Ferrovia Paulista cruzam o rio Capivari.
C3	BANDEIRANTES	10	As rodovias SP 348 e SP 324 cruzam o rio Capivari.
C4	CAPTAÇÃO CAPIVARI	>10	As rodovias SP 348 e SP 332 e o Duto Petrobrás passam próximo à captação.

Tabela 6.1: Áreas vulneráveis ao transporte de produtos perigosos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Capivari. Nº ac.: Número de acidentes. S/R: Sem registro de acidentes.

Área Vulnerável	Características da Área
A1 PIRACAIA	População urbana e rural, pouca agricultura e poucas indústrias. Vegetação natural e silvicultura, latossolo vermelho.
A2 NAZARÉ PAULISTA	População urbana e rural, pouca agricultura, sem indústrias. Vegetação com mata natural, pouca silvicultura, latossolo vermelho.
A3 ATIBAIA	População urbana e rural com agricultura e indústrias. Vegetação natural escassa, solo podzólico vermelho e latossolo vermelho.
A4 JARINU	População urbana e rural, com agricultura, sem indústrias. Vegetação escassa de capoeiras e silvicultura, latossolo vermelho-amarelo.
A5 FAZENDA VELHA	População rural, agricultura intensa, sem indústrias. Vegetação formada por campos, predomínio de latossolo vermelho-amarelo.
A6 ITATIBA	População urbana e rural, pouca agricultura, muitas indústrias. Vegetação de culturas anuais, latossolo vermelho e podzólico.
A7 USINA SALTO GRANDE	População urbana e rural, pouca agricultura, sem indústrias. Vegetação natural fragmentada, solo podzólico.
A8 VINHEDO	População urbana e rural, com agricultura e muitas indústrias. Silvicultura, solo podzólico.
A9 VALINHOS	População urbana e rural, com agricultura e muitas indústrias. Silvicultura, solo podzólico.
A10 SOUSAS	População urbana e rural, com agricultura, sem indústrias. Vegetação natural fragmentada, solo podzólico.
C1 NASCENTE RIO CAPIVARI	Somente população rural, com agricultura e indústrias. Silvicultura, solo podzólico.
C2 ANHANGÜERA-LOUVEIRA	População urbana e rural, com agricultura e muitas indústrias. Silvicultura, solo podzólico vermelho-amarelo.
C3 BANDEIRANTES	População só rural, muita agricultura, muitas indústrias. Vegetação natural praticamente inexistente, solo podzólico.
C4 CAPTAÇÃO CAPIVARI	População urbana e rural, agricultura intensa, muitas indústrias tóxicas. Silvicultura, solo podzólico.

Tabela 6.2: Características das áreas vulneráveis ao transporte de produtos perigosos nas bacias hidrográficas dos rios Capivari e Atibaia. Ver A6.2, A6.3 e A6.4

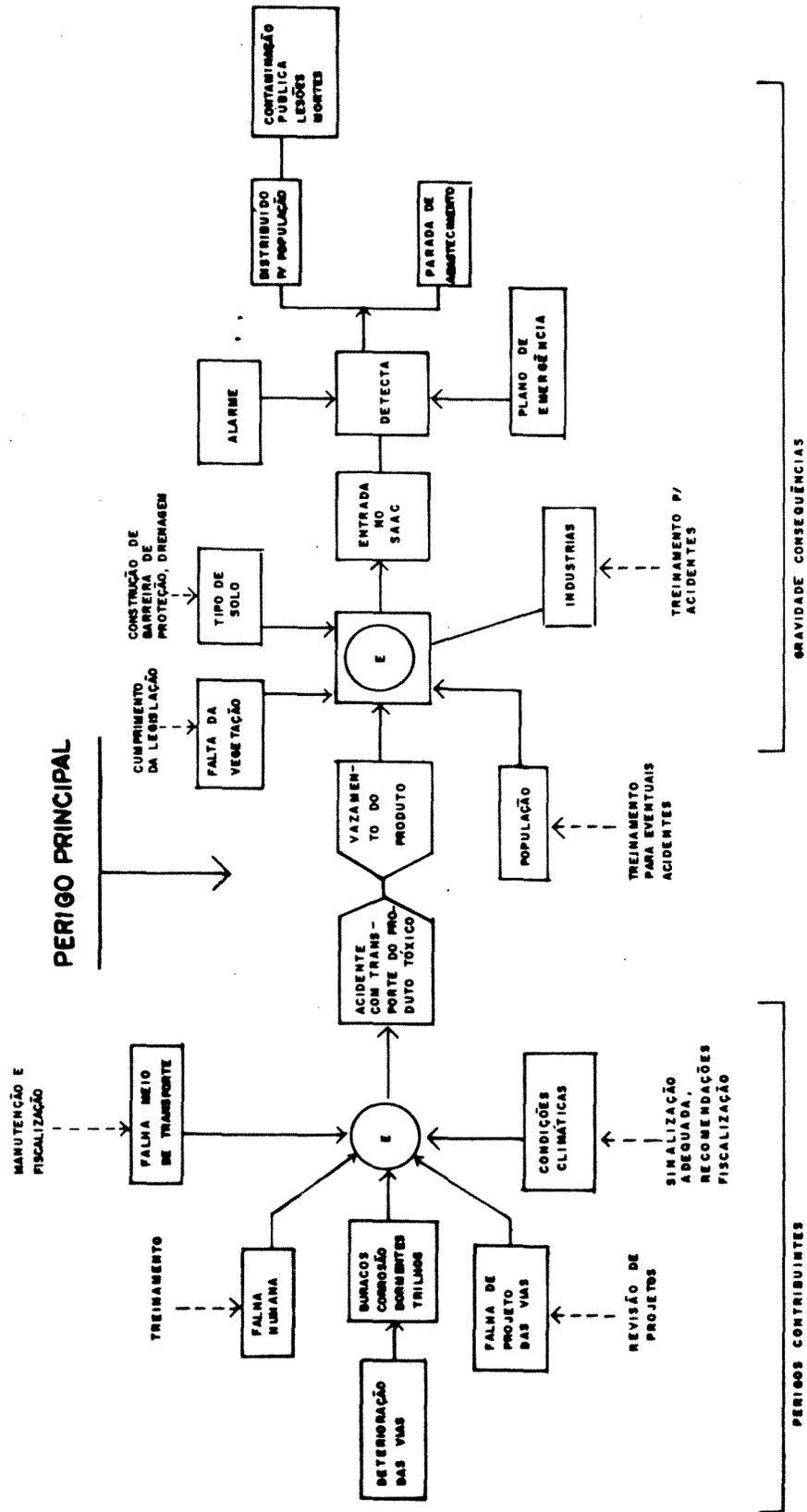


Figura 6.1: Série de Perigos.

- **Análise Preliminar de Perigos**

Ao efetuar a APP partimos da hipótese de que ocorreu um acidente com o transporte de produto perigoso, verificando todas as possíveis causas que contribuíram para que o perigo se concretizasse. Verificamos também os possíveis efeitos do evento indesejável, que neste estudo referem-se principalmente aos recursos hídricos que formam o sistema produtor para abastecer Campinas. Para a probabilidade, consequência e classificação adotamos as definições constantes do capítulo anterior, no item que trata dos riscos. Diante de tais fatos, apresentamos as medidas que devem ser usadas para evitar que evento semelhante venha a ocorrer.

Apresentamos nas tabelas 6.4 a 6.4 os resultados da Análise Preliminar de Perigo das áreas críticas **A6, A7, A8, A9, A10, C1, C2, C3 e C4**.

- Uma situação real de risco inaceitável ou emergencial

Resíduos químicos abandonados a menos de 50 metros do local de captação no rio Capivari. (Correio Popular de 09.02.1991)

O local onde foram abandonados os tonéis contendo produto potencialmente tóxico é a área crítica **C4 - Captação Capivari**. Contamos neste caso com vários agravantes para que este fato isolado constitua uma ameaça grave para o sistema de abastecimento. Na época do ano em que ocorreu o acidente as chuvas são frequentes na região, e a escassez da vegetação (substituída pela agricultura) e o solo podzólico (de alta erodibilidade) facilitam o escoamento. A Defesa Civil do município de Campinas e o Corpo de Bombeiros foram acionados para retirar o líquido. Tratava-se de um tipo de solvente, do qual uma parte já estava derramada na terra. Para evitar a entrada na ETA/CAPIVARI esta teve sua atividade suspensa por algumas horas.

6.4 Resultados obtidos

Os resultados obtidos através da *Análise Preliminar de Perigos* nas áreas críticas **A6, A7, A8, A9, A10, C1, C2, C3 e C4** permitem as seguintes observações:

- A classificação das áreas críticas segundo as faixas de risco depende de forma fundamental do produto envolvido em um acidente real (sua periculosidade, quantidade, toxicidade, etc), e não pode ser realizada pela simples consideração das características do local tratado.

- As áreas **A6 e C1** foram classificadas como de risco aceitável e emergencial.

- As áreas **A7**, **A8**, **A9**, **C2** e **C3** podem ser classificadas em todas as categorias de risco, isto é, podem ser de risco aceitável, risco emergencial e risco inaceitável.

- As áreas **A10** e **C4** encontram-se nos locais de captação de água de Campinas, e foram classificadas como de risco emergencial e inaceitável. Estas áreas exigem portanto um plano de emergência que possa ser acionado em caso de acidente envolvendo produtos potencialmente perigosos. Além disso é recomendável a alteração de rotas e a execução de obras. As diretrizes para um plano de emergência são o assunto do próximo capítulo.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Acessos, cruzamentos, inabilidade do motorista, embriaguês, veículo em mau estado. * Corrosão nos dutos, desmoronamentos.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável, pelos problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível e marginal ou limítrofe para o abastecimento de água de Campinas.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 1 = 3$; $3 \times 2 = 6$. * Contamos com situações aceitável e emergencial.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador, aplicação da legislação.

Tabela 6.3: Área Crítica A6 - Itatiba.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Curvas, tráfego intenso, inabilidade do motorista, embriaguês, veículo em mau estado. * Corrosão nos dutos, desmoronamentos.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível, marginal e crítica para o abastecimento de água de Campinas.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 1 = 3$; $3 \times 2 = 6$; $3 \times 3 = 9$; $4 \times 1 = 4$; $4 \times 2 = 8$ e $4 \times 3 = 12$. * Contamos com situações aceitável, passando por emergencial até inaceitável.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador, aplicação da legislação. Plano de emergência, revisão de projetos.

Tabela 6.4: Área Crítica A7 - Usina de Salto Grande.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Inabilidade do condutor do trem ou caminhão, embriaguês. * Tráfego intenso na rodovia e ferrovia, buracos, falta de sinalização. * Dormentes e trilhos sem manutenção.
Efeitos	* Rompimento de tanque com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível, marginal ou limítrofe para o abastecimento de água de Campinas.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 1 = 3$; $3 \times 2 = 6$; $4 \times 1 = 4$ e $4 \times 2 = 8$. * Contamos com situações aceitável, passando por emergencial até o limite inaceitável.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador, aplicação da legislação.

Tabela 6.5: Área Crítica **A8** - Vinhedo.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Inabilidade do condutor do trem ou caminhão, embriaguês. * Tráfego intenso na rodovia e ferrovia, buracos, falta de sinalização. * Dormentes e trilhos sem manutenção.
Efeitos	* Rompimento de tanque com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível, marginal e crítica para o abastecimento de água de Campinas.
Classificação <i>P × C</i>	* Podemos ter: 3x1=3; 3x2=6; 3x3=9; 4x1=4; 4x2=8 e 4x3=12. * Contamos com situações aceitável, passando por emergencial até inaceitável.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador, aplicação da legislação. Plano de emergência, revisão de projetos.

Tabela 6.6: Área Crítica A9 - Valinhos.

Perigo	*Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Curvas, tráfego intenso, inabilidade do motorista, embriaguês, veículo em mau estado. * Corrosão nos dutos, desmoronamentos.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser marginal, severa e catastrófica para o abastecimento de água de Campinas.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 2 = 6$; $3 \times 3 = 9$; $3 \times 4 = 12$; $4 \times 2 = 8$; $4 \times 3 = 12$ e $4 \times 4 = 16$, * Contamos com situação emergencial e inaceitável.
Medidas Preventivas	* Fiscalização rigorosa em relação ao transporte, transportador, exigindo aplicação da lei vigente. * Manutenção do meio de transporte, das vias de transporte, e treinamento do transportador. * Reflorestar, prever drenagem nas áreas mais perigosas. * Sistemas de alarme para acionar plano de emergência. * Treinamento da população. * Alteração de projetos e execução de obras.

Tabela 6.7: Área Crítica **A10** - Sosas - captação de água de Campinas.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Curvas, buracos na rodovia, tráfego intenso, inabilidade do motorista, embriaguês, veículo em mau estado.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável, pelos problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível e marginal ou limítrofe.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 1 = 3$ e $3 \times 2 = 6$. * Contamos com situações aceitável e emergencial.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador. Aplicar a legislação.

Tabela 6.8: Área Crítica C1 - Nascente do rio Capivari.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Acessos, cruzamentos, curvas, buracos na rodovia, tráfego intenso, inabilidade do motorista, embriaguês, veículo em mau estado.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível e marginal ou limítrofe.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 1 = 3$; $3 \times 2 = 6$; $4 \times 1 = 4$ e $4 \times 2 = 8$ * Contamos com situações aceitável, passando por emergencial até o limite inaceitável.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador. Aplicar a legislação.

Tabela 6.9: Área Crítica C2 - Anhangüera-Louveira.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Curvas, buracos na rodovia, tráfego intenso, inabilidade do motorista, embriaguês, veículo em mau estado. * Corrosão nos dutos, desmoronamentos.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	* Pode ser desprezível e marginal ou limítrofe.
Classificação $P \times C$	* Podemos ter: $3 \times 1 = 3$; $3 \times 2 = 6$; $4 \times 1 = 4$ e $4 \times 2 = 8$ * Contamos com situações aceitável, passando por emergencial até o limite inaceitável.
Medidas Preventivas	* Maior fiscalização, exigindo manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador. Aplicar a legislação.

Tabela 6.10: Área Crítica **C3** - Bandeirantes.

Perigo	* Acidente com o transporte de produtos perigosos.
Causas	* Tráfego intenso, presença de rodovia, ferrovia e dutovia. * Inabilidade do condutor, embriaguês, veículo em mau estado. * Corrosão nos dutos, desmoronamentos. * Alta densidade demográfica, indústrias e agricultura intensiva.
Efeitos	* Rompimento de tanque e duto com vazamento ou derramamento. * Atinge o corpo d'água e o abastecimento público.
Probabilidade	* Pode ser provável ou muito provável, pelo somatório de problemas existentes nesta área.
Conseqüência	Pode ser marginal, severa e catastrófica para o sistema de abastecimento de água.
Classificação <i>P × C</i>	* Podemos ter: 3x2=6; 3x3=9; 3x4=12; 4x2=8; 4x3=12 e 4x4=16. * Contamos com situação emergencial e inaceitável.
Medidas Preventivas	* Fiscalização rigorosa em relação ao transporte, transportador, exigindo aplicação da lei vigente. * Manutenção do meio de transporte, das vias de transporte e treinamento do transportador. * Reflorestar, prever drenagem nas áreas mais perigosas. * Sistemas de alarme para acionar plano de emergência. * Treinamento da população. * Alteração de projetos e execução de obras

Tabela 6.11: Área Crítica C4 - Bandeirantes, captação de água de Campinas.

Capítulo 7

Diretrizes para um Plano de Emergência

As características da região de Campinas, limitada por municípios altamente industrializados, além de Paulínia, onde encontramos a maior refinaria de petróleo do país, as indústrias químicas e petroquímicas da região, os acidentes com produtos perigosos registrados no Banco de Dados e as áreas críticas levantadas¹ demonstram a necessidade de um plano de emergência para fazer face às situações de perigo que possam vir a ocorrer no futuro.

Neste capítulo apresentamos resumidamente os tópicos de uma metodologia para elaboração de planos de emergência baseada no processo APELL².

Este plano já está sendo aplicado no município de Cubatão, SP, onde encontra-se devidamente regulamentado e testado através de simulados, para prever todas as possíveis situações de emergência. Alertamos porém para o fato de que apresentamos apenas as diretrizes para a elaboração do plano, sem aplicá-lo, pois não é este o objetivo principal deste estudo. Restringimos nossa abordagem à apresentação do processo APELL, quem participa do processo, como funciona, o envolvimento com a comunidade e como realizar a preparação para emergências.

Finalmente, apresentamos na seção 7.2 as linhas gerais para um Plano de Prevenção de Acidentes e Ações Emergenciais (PPAAE).

¹Ver capítulos 4 e 6.

²“Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level” traduzido como “Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais” em [62].

Por que o APELL?

O APELL é o programa ambiental da Organização das Nações Unidas para emergências. Este programa é resultado de análises de outros planos, e foi realizado com a colaboração de especialistas e entidades do mundo inteiro. Seu desenvolvimento teve início em 1986, devido ao crescente número de acidentes envolvendo substâncias perigosas, tanto em países industrializados como em países em desenvolvimento, por iniciativa do **UNEP** - United Nations Environment Programme e do **IEO** - Industry and Environment Office. Os documentos que formaram a linha geral do Manual são originários das seguintes entidades: UNEP - Industry and Environment Office, Kuwait Institute for Scientific Research, UNEP - Escritório Regional para Ásia e Pacífico, NALCO Chemical Company (USA), representando a Chemical Manufacturers Association dos Estados Unidos, Conseil Européen des Fédérations de L'Industrie Chimique (CEFIC) e Instituto do Câncer da Índia.

7.1 O Processo APELL

O processo APELL é um programa cooperativo envolvendo vários segmentos da sociedade. Contém um planejamento geral dos procedimentos e atitudes a serem tomados em casos de emergência, e parte do reconhecimento de que os aspectos culturais, sistemas de valores, infraestrutura da comunidade, recursos e aspectos legais são diferentes em regiões diferentes do planeta.

- Aspectos básicos do processo APELL
- 1º) “Criar e/ou aumentar o alerta da comunidade aos possíveis perigos existentes na fabricação, manuseio e utilização de materiais perigosos e, nas etapas seguintes, sensibilizar as autoridades e a indústria no sentido de proteger a comunidade local.”
 - 2º) “Desenvolver, com base nessas informações e em cooperação com as comunidades locais, planos de atendimento para situações de emergência, isto é, sempre que houver ameaça à segurança da coletividade.”

- **Objetivos do processo APELL**

Os objetivos são os seguintes:

- “Providenciar informações aos membros da comunidade interessados em conhecer os perigos existentes em atividades industriais vizinhas e oferecer medidas a serem tomadas no sentido de se reduzir tais riscos;
- Revisar, atualizar ou estabelecer planos de atendimento para situações de emergência na área;
- Incrementar o envolvimento da indústria local no planejamento do atendimento da comunidade, proporcionando respostas rápidas e eficientes em todos os tipos de situações de emergência na comunidade e
- Envolver os membros da comunidade local no desenvolvimento, testes e implementação de todos os tipos de planos de atendimento a situações de emergência.”

7.1.1 Participantes do processo APELL

- **Ao nível nacional:**

Participam o governo federal e os órgãos e entidades responsáveis por serviços públicos, meio ambiente e segurança, cuja responsabilidade está na organização e manutenção de condições adequadas para enfrentar emergências em todo o país.

- **Ao nível local: Autoridades locais e indústrias**

Autoridades locais

Participam os governos estaduais e municipais. Neste nível o processo engloba os diversos tipos de serviços públicos como Corpo de Bombeiros, Polícia Civil e Rodoviária, serviços sociais e de saúde, etc... Trata-se principalmente do desenvolvimento do alerta e preparo da comunidade para situações de emergência. Visto que os governos locais são os que arcam mais imediatamente com os problemas causados por eventos indesejáveis, cabem-lhes naturalmente as funções mais importantes, a saber:

- Estimular o alerta e preparo das comunidades;
- Estabelecer o clima necessário ao programa cooperativo;
- Coordenar o trabalho dos grupos de atendimento de emergências;
- Treinar o pessoal necessário ao atendimento de emergências;
- Conseguir recursos, aprovar o plano de emergência, implementá-lo e divulgá-lo.

As indústrias

Participam os proprietários e/ou diretores tanto de indústrias privadas quanto estatais que envolvam processos de industrialização com produtos perigosos.

O gerente da fábrica é normalmente responsável pela segurança e pelas medidas de precaução dentro dos limites de sua organização. No programa APELL os dirigentes das empresas deverão proporcionar aos gerentes o apoio e os recursos necessários para o controle de situações de emergência. Cabe-lhes ainda interagir com as autoridades locais e os líderes da comunidade a fim de fornecer-lhes as informações necessárias ao esclarecimento da população sobre o processo de industrialização e as características específicas do produto envolvido.

- Líderes da Comunidade

Cabe-lhes:

- Informar e ser informados em relação aos planos e programas desenvolvidos para proteção da saúde pública e do meio ambiente;
- Informar e ser informados pelas autoridades locais e indústrias sobre tópicos relevantes aos seus constituintes;
- Organizar a comunidade, proporcionando ao público programas de treinamento a respeito do plano;
- Colaborar e participar na mobilização de apoio.

É importante salientar que não se consegue desenvolver um plano de atendimento de situações de emergência sem contar com o apoio e a colaboração dos líderes da comunidade.

7.1.2 Funcionamento do processo APELL

Alguns passos deverão ser seguidos para que o funcionamento do processo APELL seja o mais eficiente possível. Apresentamos em linhas gerais alguns deles.

- Em primeiro lugar todos os complexos industriais, fábricas, etc... necessitam um plano de atendimento próprio para situações de emergência, como complemento de um plano maior do governo federal.
- O processo APELL deve ser um plano que coordene todos os outros existentes, para funcionar ao nível local.
- Autoridades, líderes locais e representantes da indústria devem proporcionar ligações entre os responsáveis do governo local e da indústria.
- O Grupo Coordenador deve ser suficientemente isento para defender os interesses dos vários segmentos da sociedade, tendo como único objetivo o bem-estar e a segurança da comunidade.

Na figura 7.1 podemos ver o organograma de organização e informação do processo APELL.

7.1.3 Como formar o Grupo Coordenador?

Cabe ao Grupo Coordenador a responsabilidade pelo desenvolvimento do Processo APELL. O grupo deve portanto ser constituído por pessoas com responsabilidade e habilidade para viabilizar um plano de atendimento emergencial. Em princípio, qualquer segmento da sociedade pode iniciar o trabalho de organização, ou seja, os líderes da comunidade, dirigentes da indústria ou autoridades locais. É evidente a necessidade de participação ativa dos dirigentes das fábricas e complexos industriais.

Dentre outros fatores exige-se que os integrantes do Grupo Coordenador tenham autoridade e recursos para realizar suas tarefas. São necessários ainda o estabelecimento dos objetivos do programa específico de alerta e a conscientização e preparo para emergências. Todo esse trabalho envolve o Grupo Coordenador, inclusive nas decisões que devem ser tomadas para a instalação de novas indústrias que envolvam produtos perigosos.

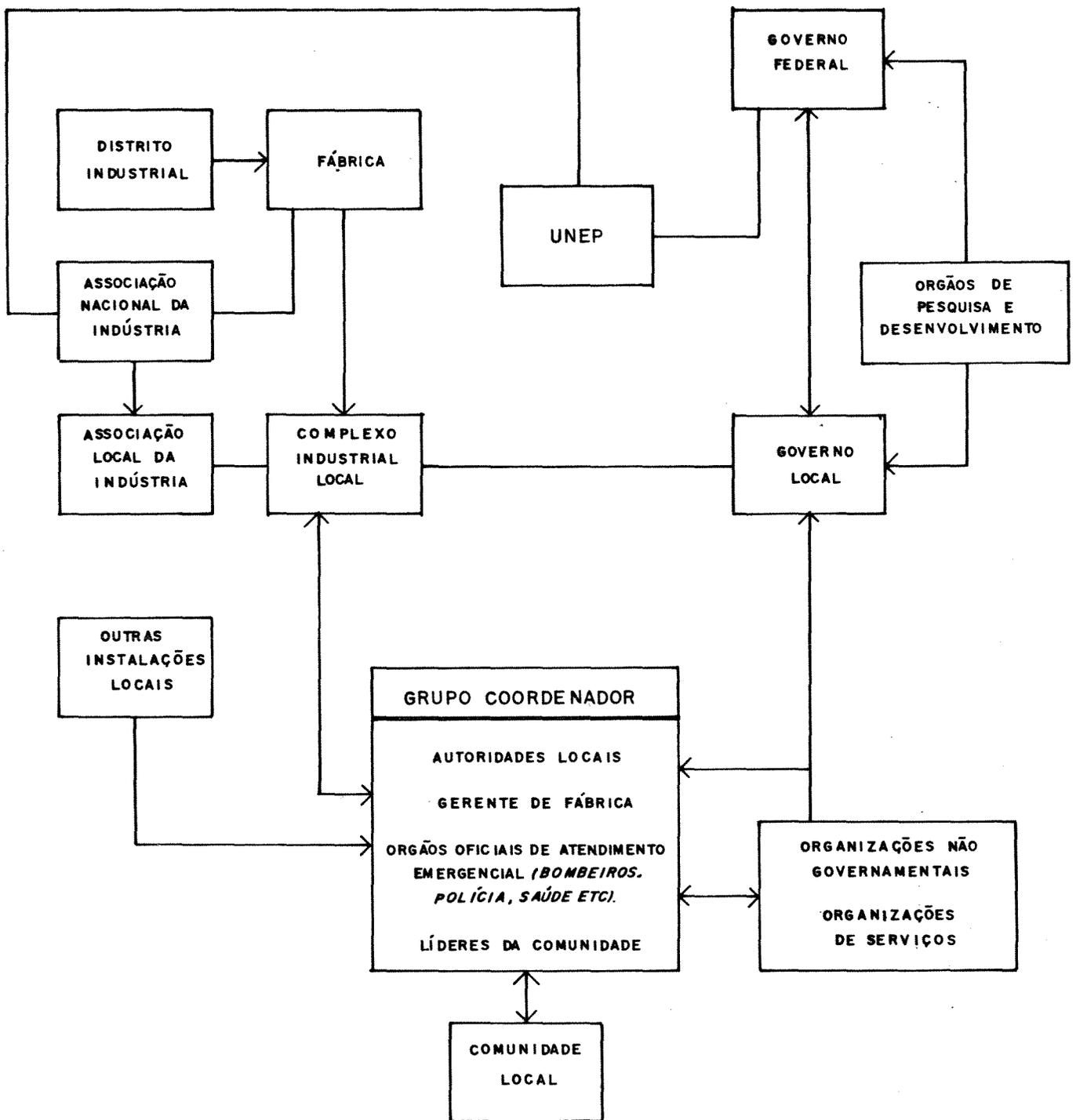


Figura 7.1: Organograma de organização e informação do processo APELL.

O líder do Grupo Coordenador deverá ser nomeado através da verificação de alguns pré-requisitos como:

- Grau de respeitabilidade e liderança em trabalhos de grupo.
- Habilidade em comunicação e administração.
- Responsabilidade relacionada ao planejamento, prevenção e atendimento em situações de emergência.
- Disponibilidade de tempo e recursos.

A principal função do líder é supervisionar as atividades do Grupo Coordenador no Processo APELL.

7.1.4 O alerta e a conscientização da comunidade

Este tópico refere-se à necessidade e ao direito dos cidadãos de serem informados sobre instalações consideradas perigosas. O objetivo principal é preparar a comunidade para participar do plano de emergência em caso de acidente.

A comunidade deve ser considerada como parte do meio ambiente. As relações da indústria com essa comunidade devem ser as melhores possíveis, mostrando a ela o que produz e usa.

O processo APELL deixa claro que não existem procedimentos universais para um programa de alerta abrangente que sirva para todas as indústrias; o que se deve fazer é um estudo da situação local. Para isso existem aspectos fundamentais para que a organização seja a melhor possível, dentre os quais destacamos:

- Identificação da comunidade interessada (limites administrativos, geográficos, órgãos e organizações envolvidos).
- Inventário dos contatos existentes na comunidade local (entidades e lideranças envolvidas).
- Contato com outros complexos industriais para a coordenação de atividades na comunidade.
- Planejamento do primeiro encontro do Grupo Coordenador do Processo APELL.

- Oferecimento de informações com relação à operação e condições da indústria (descrição dos produtos, operações, proteção ao meio ambiente e treinamento de segurança).
- Preparo de material de divulgação para a comunidade.
- Atribuição de responsabilidades para efeito de comunicação (seleção de porta-voz).
- Seleção de métodos de comunicação apropriados para as circunstâncias locais (palestras, publicidade e visitas às indústrias).
- Procura de auxílio externo (quem pode ajudar e os serviços que tais entidades podem prestar).
- Determinação da responsabilidade da indústria na comunicação interna com seus funcionários.
- Transmissão correta de informações (o público deve ser informado corretamente, sem causar pânico com respeito ao que está acontecendo).

7.1.5 Adquirindo preparo para emergências

Considerando o fato de que uma comunidade bem informada terá mais preparo para enfrentar situações de emergência, apresentamos os tópicos importantes sugeridos no processo APELL:

- Identificar a rede de órgãos locais relevantes no preparo dos planos de atendimento e alerta da comunidade (bombeiros, polícia, etc...).
- Identificar os perigos resultantes de situações de emergência (além dos grandes complexos industriais existem outras fontes de perigo que devem ser consideradas como terremotos, escoamento do cloro usado para purificação da água, etc...).
- Identificar os contatos específicos da comunidade e suas responsabilidades em caso de emergência (relacionar os órgãos envolvidos e respectiva área de atendimento, evacuação, comunicação, especialização).

- Relacionar as espécies de equipamentos e materiais, disponíveis no local, que possam servir no atendimento a situações de emergência (equipamentos, materiais e pessoal disponíveis).
- Identificar a estrutura organizada para casos de emergência (planos existentes que possam ser acionados quando necessário).
- Verificar se a comunidade possui equipe especializada de atendimento no caso de acidente (serviços locais para atendimento de emergências como hospitais para queimados, etc...).
- Determinar a capacidade do transporte de emergência na comunidade (existência de facilidade de acesso, rotas específicas para o atendimento de emergências, etc...).
- Estabelecer procedimentos para a proteção dos cidadãos durante situações de emergência (recomendações para atender a determinadas chamadas de sirenes).
- Estabelecer um mecanismo que possibilite ao pessoal de atendimento trocar informações com outras entidades, internas ou externas.

7.2 Dados que poderão ser úteis para o PPAAE

O PPAAE - Plano de Prevenção de Acidentes e de Ações Emergenciais deve ser implementado primeiramente com base no processo APELL, usando em segundo lugar os dados obtidos neste estudo — as áreas críticas, que são uma ameaça constante ao sistema de abastecimento de água.

No Brasil, a ABIQUIM [1] é responsável pela implementação do APELL, adaptando-o a nossa realidade. Já contamos com um detalhado Manual de Emergências envolvendo produtos químicos, relacionados segundo a classificação da ONU. Nesse manual cada produto é associado a uma guia, na qual são especificados os riscos potenciais quanto a fogo e explosão e os riscos para a saúde, assim como as ações de emergência a serem seguidas.

A definição dos objetivos do PPAAE segue em geral as do processo APELL, devendo ser discutidas pelo Grupo Coordenador as peculiaridades de Campinas e região, principalmente com relação à influência do complexo petroquímico localizado em Paulínia.

Quem são os participantes do PPAAE

- Ao nível nacional:

- O governo federal, através dos ministérios, departamentos e entidades relacionadas com meio ambiente e segurança. Estes têm em geral participação bastante restrita, pois estão distantes fisicamente.

- Ao nível local:

- As autoridades locais, representadas pelo governo estadual, através de suas secretarias estaduais, departamentos de meio ambiente, saúde, etc..., ou pelo governo municipal, através dos prefeitos, principalmente os que participam dos consórcios das bacias hidrográficas do Piracicaba e do Capivari.

Na região de Campinas, em caso de acidentes envolvendo produtos perigosos, contamos com a participação dos seguintes órgãos públicos estaduais e municipais e privados:

- Polícia Rodoviária;
- CETESB/Campinas e CETESB/Paulínia;
- SANASA;
- DER - Departamento de Estradas de Rodagem;
- DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S/A;
- CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz;
- COMDEC - Comissão Municipal de Defesa Civil;
- Corpo de Bombeiros dos municípios;
- Hospitais da PUCC, UNICAMP, Mário Gatti, em Campinas;
- Indústria Rhodia, ICI, REPLAN, em Paulínia, etc...

O município de Campinas conta com um centro de toxicologia com banco de dados completo sobre os produtos conhecidos³, permitindo consulta rápida e eficiente, inclusive atendendo solicitações por telefone; o banco de dados funciona no Hospital de Clínicas da UNICAMP, no distrito de Barão Geraldo.

Na região de Campinas contamos com as seguintes lideranças:

- Associações de bairros e sua entidade máxima, a Federação das Associações de Bairros;
- Associações ambientalistas;
- Sindicato dos Químicos;

³Elaborado pela Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul.

- Sindicato dos Metalúrgicos;
- Sindicato Transportadores;
- Sindicato do Comércio;
- Sindicato da Indústria, etc...

Como deve funcionar o PPAAE

Tendo participado de algumas reuniões, quando do início deste trabalho, organizadas pela Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Campinas, foi possível perceber a importância de um aspecto fundamental – a quem deve ser dada a responsabilidade de organizar e coordenar um plano de emergência?

A organização e coordenação devem ser feitas por uma multiplicidade de entidades e órgãos, visando um programa cooperativo, abrangente e flexível como o processo APELL sugere. Nosso problema real, no município de Campinas, é definir quem será o responsável, conhecido por toda a sociedade, para ser acionado em caso de emergência.

Chegamos à conclusão que a CETESB, Prefeitura Municipal e Associações não possuem plantão 24 horas para este tipo de atendimento, restando apenas os Bombeiros e a Polícia. Precisamos então optar por aqueles que se encontram melhor equipados e que contam com pessoal treinado para este tipo de trabalho. A situação em ambos os casos parece ainda bastante precária em termos de infraestrutura, embora possamos contar com algumas pessoas treinadas tanto nos Bombeiros como na Polícia Rodoviária. Acreditamos que os bombeiros encontram-se mais preparados para este tipo de problema, pois já apresentam bastante experiência em pelo menos nas áreas de queimados e intoxicados, sendo isto bastante freqüente em acidentes envolvendo produtos perigosos. Os bombeiros contam também com alguns equipamentos que os demais não possuem. Cabe à comunidade, num esforço conjunto, prepará-los e equipá-los para melhor enfrentar os acidentes.

O plano de emergência apresentado pela CETESB/Campinas [15] em maio de 1990 também prevê seu acionamento pelo Corpo de Bombeiros, que integra o chamado *Grupo de Ação*, composto ainda pela Polícia Rodoviária e CETESB. Todavia, além de contemplar somente o transporte rodoviário o plano não indica qual deve ser o papel de outras entidades e da comunidade em geral, nem como essa colaboração pode ser obtida.

- Sugestões para elaboração do PPAAE

Este assunto merece atenção especial para a conclusão deste estudo, já que consideramos de máxima importância as diretrizes de um plano de emergência regional visando a proteção dos sistemas de abastecimento público de água. As áreas críticas,

identificadas nas bacias hidrográficas dos principais sistemas produtores de água do município de Campinas, foram classificadas como de risco aceitável, emergencial e inaceitável.

Para as áreas de perigo/risco aceitável são necessárias medidas de prevenção mínimas como a preservação das Áreas de Preservação Ambiental, correta localização de indústrias de acordo com o zoneamento proposto e cumprimento da legislação quanto ao uso da água e sua disposição final. Quanto às áreas de perigo/risco emergencial, além das medidas mínimas são necessárias outras como a implementação de um plano de emergência regional, já que Campinas não pode ser analisada isoladamente, sem Paulínia, Sumaré, Valinhos, Vinhedo, Americana e outros municípios vizinhos. Para as áreas de perigo/risco inaceitável são necessárias, além disso, medidas urgentes, como a elaboração de projetos e execução de obras para a redução do perigo/risco através da diminuição da probabilidade de ocorrência e da gravidade das conseqüências dos acidentes.

7.3 Considerações Finais

Os resultados obtidos com este trabalho permitem-nos apresentar algumas sugestões para a elaboração de um plano de emergência, que podemos dividir em soluções técnicas e políticas. As soluções técnicas podem ser:

1. – A curto prazo e de ação imediata:

- i)* Maior fiscalização nos trechos onde ocorrem muitos acidentes.
- ii)* Fiscalização do produto transportado, das condições da carga, do condutor e do veículo transportador.
- iii)* No caso da ferrovia, o maior número de acidentes ocorre na estação da REPLAN. A fiscalização deverá verificar as condições da linha, dos dormentes, dos vagões, da carga e do condutor.

2. – A médio prazo e longo prazo:

- i)* Revisões de projetos de estradas.
- ii)* Estudo de rotas alternativas para o transporte de produtos perigosos.

As decisões políticas podem ser:

1. – Imediatas fazendo cumprir a legislação existente;
2. – A médio e longo prazo através de políticas de ação como por exemplo previsão de planos de prevenção de acidentes e de ações emergenciais.

As decisões técnicas devem porém vir sempre em conjunto com decisões políticas, dentro de um contexto de planejamento maior ao nível do município e região, inclusive envolvendo governos estaduais e federal.

Capítulo 8

Conclusões

Este trabalho, sobre a vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água de Campinas a acidentes com o transporte de produtos perigosos, teve como objetivo determinar as áreas críticas, no interior da região de estudo, onde um acidente desse tipo pode comprometer o abastecimento público. Tais acidentes são freqüentes, e têm elevada probabilidade de atingir os corpos d'água que abastecem a cidade, pois a complexa malha viária regional cruza a rede hidrográfica em muitos pontos.

A área de estudo preliminar abrangeu as sub-bacias dos rios Atibaia e Capivari. Como primeiro passo metodológico desenvolvemos um Banco de Dados para registro dos acidentes com cargas perigosas ocorridos na região, pois as informações existentes sobre este assunto encontravam-se espalhadas pelos diversos órgãos encarregados do atendimento a tais ocorrências. Além deste problema pudemos constatar ainda a inexistência de qualquer norma ou orientação para o registro sistemático dos acidentes e a troca de informações entre os órgãos envolvidos, fatores que dificultam sobremaneira a formação de uma visão abrangente da real situação da área.

Conseguimos registrar ao longo de nossa pesquisa 221 acidentes envolvendo produtos perigosos, com uma média de oito acidentes por mês no ano de 1989 (para o qual dispomos do maior número de registros). Este número é alarmante se considerarmos que bastaria um único acidente para comprometer o abastecimento de água da população. Os dados obtidos mostram também que as causas mais freqüentes de acidentes são de duas naturezas: as más condições das vias por onde os produtos são transportados e o comportamento dos responsáveis pelo transporte, principalmente a falta de cuidados adequados para com a carga e o desconhecimento de suas características. Os acidentes registrados envolvem predominantemente o transporte de óleo diesel, álcool e gasolina, nesta ordem, produzidos pelo Pólo Petroquímico de Paulínia e pela indústria canavieira regional.

A partir dos registros do Banco de Dados e do material cartográfico pesquisado, determinamos no interior das duas sub-bacias seus pontos críticos, com suas

respectivas áreas vulneráveis. Para a definição dessas áreas tomamos por base os cruzamentos das vias de transporte com os corpos d'água que abastecem o município e o diagnóstico ambiental de cada uma delas. Obtivemos dessa maneira dez áreas vulneráveis na sub-bacia do Atibaia (áreas A1 a A10) e quatro na sub-bacia do Capivari (áreas C1 a C4).

Em seguida, definimos no interior da área de estudo uma sub-região cujas características contribuíam para aumentar a probabilidade de ocorrência de acidentes, a saber, proximidade das captações de água e altas concentrações de indústrias e de vias de transporte de produtos perigosos. Verificamos então que das quatorze áreas vulneráveis definidas anteriormente, nove pertencem a esta região concentradora de perigos, razão pela qual foram classificadas como áreas críticas e submetidas a uma Análise Preliminar de Perigos.

Através desse procedimento verificamos que duas das áreas críticas, A10 (Captação do Atibaia) e C4 (Captação do Capivari), devem ser consideradas de risco emergencial e inaceitável, o que as torna as áreas de maior perigo para o sistema de abastecimento de água de Campinas. As áreas A5, A7, A8, C2 e C3 ocupam desde a faixa aceitável até o limite inaceitável, passando pelo emergencial, enquanto as duas áreas críticas restantes, A6 e C1, foram consideradas de risco aceitável e marginal. Cabe ressaltar aqui o fato de que o maior número de acidentes registrados ocorreu nas vias próximas à captação do rio Capivari, áreas críticas C2 (mais de 10 acidentes), C3 (10 acidentes) e C4 (mais de 10 acidentes). Apesar disso, este sistema produtor foi recentemente ampliado, o que denota o descaso das autoridades para com a segurança da população.

Devemos considerar nestas conclusões algumas limitações destes resultados. Em primeiro lugar notamos que o Banco de Dados não é completo, pela deficiência de registros nas fontes de informações, o que pode gerar interpretações errôneas sobre a predominância de acidentes em determinadas áreas. Em segundo lugar, a ponderação dos riscos em função da probabilidade e da gravidade das conseqüências apresenta uma certa dose de subjetividade, na medida em que depende do julgamento do analisador, sendo portanto de caráter qualitativo. Finalmente, acreditamos que o julgamento de valor das áreas vulneráveis e críticas mereceria uma análise mais detalhada, por parte de uma equipe multidisciplinar, a fim de se aproximar mais da realidade dos fatos.

Apesar disso, a metodologia utilizada mostrou-se eficaz no que diz respeito à determinação das áreas que necessitam de medidas imediatas, tornando clara ainda a necessidade de um plano de emergência global para a região, e também um plano específico para a área concentradora de perigos. Um plano desse tipo deve visar, entre outras coisas:

- esclarecer a população sobre os riscos a que está exposta;

- esclarecer os condutores de veículos que transportam produtos perigosos;
- treinar o pessoal das ETA's;
- implantar sistemas de monitoramento eficientes;
- manter um bom estado de conservação das vias de transporte;
- implementar sistemas de sinalização adequados;
- obrigar o cumprimento da legislação existente.

Finalmente, entendemos que os resultados obtidos, malgrado as limitações notadas acima, podem e devem servir como ponto de partida para um estudo mais amplo e aprofundado dos problemas que envolvem o transporte de produtos perigosos, a fim de dotar a região de Campinas de um plano de emergência efetivo, capaz de proteger de maneira eficiente não somente seu sistema de abastecimento público de água mas também sua população e seus recursos naturais.

ANEXOS

Nº	Indústria	Município
01	REPLAN	Paulínia
02	RHODIA do Brasil	"
03	ICI Brasil	"
04	Rhodiaco Química	"
05	SHELL Química	"
06	Stanfler Química	"
07	J.Bresler (papel)	"
08	Unidade Industrial Cargil	"
09	K & M Corp.Ind.Química Ltda	"
10	CPQBA UNICAMP	"
11	Distribuidores gás (Minasgás, Petrogás, Liquegás....)	"
12	Distribuidores combustíveis (Shell, São Paulo, Esso....)	"
13	ASGA (microeletrônica)	"
14	KARCHER (bombas)	"
15	APONUS (eletrometalúrgica)	"
16	DUPONT	"
17	Fábrica Aguardente	"
18	Unicamp	Campinas
19	GE	"
20	AAF Controle Ambiental Ltda.	"
21	Ind. Otilub (prod. quím.)	"
22	Monte Dest. Ind. Com. Eletr. Ltda	"
23	Cerâmica Ird. Anselmo Campineira	"
24	BTR do Brasil S/A	Sumaré
25	Buckman Lab.	"
26	3M	"
27	Quartel 1º BCCL	Campinas
28	Escola Técnica de Química Ind.	"
29	Escola Técnica de Cadetes	"
30	PUC	"

Nº	Indústria	Município
31	PIRELLI	"
32	DUNLOP (art.borracha)	"
33	BOSCH	"
34	Cerâmica São José	"
35	Coopérico do Brasil Bimetálicos	"
36	NASH do Brasil S/A	Campinas
37	Mercedes Benz	"
38	Aeroporto Viracopos	"
39	Cerâmica	"
40	SINGER	"
41	Nova Mercedes	"
42	DIC I, II, III, IV e V	"
43	Campineira Alimentos	"
44	Indústria Latefarma (elixir)	"
45	Fábr. Solúveis Frusol (sucos)	"
46	Fábr. Brasical	"
47	Cerâmica Caena Ltda	"
48	Cerâmica Cantusio	"
49	Moinho da Lapa SA	"
50	Petronasa Nacional SA	"
51	CEASA	"
52	Merck Sharp Dohme SA	"
53	Cerâmica Giovani	"
54	Ind. Caixas Papelão Andrade SA	"
55	Sanito Ind.Móveis Ltda	Valinhos
56	Tubella Ind. Móveis Ltda	"
57	PUC Campus I	Campinas
58	Ind. Com. Sorvetes Torre de Pisa	"
59	CATI	"
60	ITAL	"

Nº	Indústria	Município
61	MINASA (milho, óleos vegetais)	"
62	SAMBRA	Sumaré
63	HONDA da Amazônia (futura)	"
64	COBRASMA - Braseixos	"
65	PIRELLI	"
66	Têxtil/Brasil	"
67	Granjas Ito	"
68	IBM	"
69	Têxtil Gifran	"
70	Têxtil Asséf Maluf	"
71	Texcolor	Sumaré
72	Agrofértil SA	"
73	Bendix do Brasil	"
74	Bemaf Belgo Mineira	"
75	Eletrometal	"
76	Soma Equip. industriais	"
77	Ind. Clarck	Valinhos
78	Frigorífico Macuco	"
79	Rigesa - papel	"
80	Gessy Lever	"
81	Ha-La do Brasil CHR Hansen Ind.Com.Ltda	"
82	Asfaltos Vitória	"
83	Metalúrgica Kermit Ltda	"
84	Cartonav Ind. Com. de Papel	"
85	Cartoval Inc. Com. Caixas	"
86	Cerâmicas	"
87	Pelim artef. baquelite e plásticos Ltda	"
88	Carborundum SA	Vinhedo
89	Bon Beef (carnes)	"
90	Cerâmica Santa Inês	"

Nº	Indústria	Município
91	Cerâmica São Francisco	"
92	Gessy Lever	"
93	Caldanha: Avicultura	Louveira
94	Ind. Com. IPIAC do Brasil	Vinhedo
95	Comercial Lago Azul (abatedouro)	Louveira
96	Comercial Mamprim	"
97	Fibralim Têxtil	Itatiba
98	Granja Mara	"
99	Lanark do Brasil	"
100	Têxtil Duomo	"
101	Textil Elizabeth	"
102	Fonseca	"
103	Avícola Paulista	Louveira
104	Olarias	Itatiba
105	Decarle (Fábr. Ripasa S/A papel)	Americana
106	Usina São José	"
107	Fábrica Carioba	"
108	Olaria	"
109	Fábrica Adubos	"
110	Fábrica Fibracolor	"
111	Fábrica Toyolo	"
112	Fábrica	"

Bibliografia

- [1] ABIQUIM - Associação Brasileira ..
Manual de Emergências - produtos químicos DAG-Gráfica e Editorial Ltda, São Paulo.
- [2] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR 10004, NBR 7500, NBR 7501, NBR 7502, NBR 8285 e NBR 8286, set, 1987.
- [3] AICHE - American Institute of Chemical Engineers
Hazard Evaluation Procedures, New York, 1985, 193 p.
- [4] Associação Cultural de Renovação Tecnológica Sorocabana/Faculdade de Engenharia de Sorocaba
Levantamento, Caracterização e definição da área de proteção do manancial do município de Sorocaba-SP, 60 p.
- [5] AVILA, Luiz Jaidemir de Figueiredo
Atuação em Acidentes com Produtos Perigosos Revista CIPA, São Paulo, (21):20-29
- [6] BARBOSA, S.
Caracterização das condições de saúde em Campinas e Paulínia - Notas sobre a viabilidade de implantação da usina UTE na região In Sevá e Ferreira [53], 144p.
- [7] BARLÖW, R.E. and LAMBERT, H.E.
Introdution to fault tree analysis University of California,Berkeley, 35p.
- [8] CANO, Wilson (coord)
A interiorização do desenvolvimento econômico no Estado de São Paulo 1920-1980 SEADE, Coleção economia paulista; V.1,n.1 e 2, 1988.

- [9] CANO, W. e NEGRI, B.
A interiorização da indústria paulista nos anos 70 Instituto de Economia/UNICAMP.
- [10] CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Avaliação dos Recursos Naturais da Região Administrativa de Campinas V.1, 1986.
- [11] CETESB - Gerencia do Setor de Controle de Bacias Hidrográficas
Ação Integrada de Poluição na Bacia do Piracicaba Relatório Anual, 1986, 56 p.
- [12] CETESB - Superintendência de apoio ao Controle de Poluição Ambiental
Ação Integrada de Controle da Poluição na Bacia do Rio Piracicaba Relatório Anual, 1986, 41 p.
- [13] CETESB - Programa de Controle da Poluição
Curso Técnicas de Análise de Riscos novembro, 1988.
- [14] CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Cadastro industrial - demonstrativo de dados, São Paulo, agosto, 1987, 19 p.
- [15] CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Plano de Emergência para o Atendimento a Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, maio, 1990, 14 p.
- [16] CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Uso do Solo nas sub-bacias do Atibaia, Jaguari e Piracicaba
- [17] CICCIO, F.M.G.A.F. de, FANTAZZINI, M.L. e OLIVEIRA, W.B.
Análise de Riscos de Processos IBGR - Instituto Brasileiro de Gerência de Riscos, São Paulo.
- [18] CICCIO, F.M.G.A.F. de, e FANTAZZINI, M.L.
Técnicas Modernas de Gerência de Riscos IBGR - Instituto Brasileiro de Gerência de Riscos, São Paulo, 1986.
- [19] CNEC S.A. - Conselho Nacional de Engenheiros Construtores S.A.
Plano Diretor de Esgotos de Campinas Campinas, Setembro, 1988.
- [20] CNEC S.A. - Conselho Nacional de Engenheiros Construtores S.A.
Bacia do Jaguari e Piracicaba - Prognóstico da Qualidade da Água, Vol2, julho 1983.

- [21] COTTAS, Luiz Roberto
Estudos geológico-geotécnicos aplicados ao planejamento urbano de Rio Claro-SP Tese de Doutorado, 1983.
- [22] CRA - Centro de Recursos Ambientais
Avaliação Preliminar do potencial de risco de contaminação do sistema Joanes por acidente com o transporte de cargas perigosas Secretaria do Planejamento Ciência e Tecnologia, Salvador, Bahia agosto 1985.
- [23] CRH - Conselho de Recursos Hídricos
Bacia do Piracicaba - Modelo básico de gestão de recursos hídricos 16 p.
- [24] DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
Plano Global de recursos hídricos da bacia do rio Piracicaba - 1ª etapa Vol 1 - 8, COPLASA S.A. - Engenharia de Projetos, dezembro, 1984.
- [25] DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
Plano Global de recursos hídricos da bacia do rio Piracicaba Vol 6A, COPLASA S.A. - Engenharia de Projetos, dezembro, 1984.
- [26] DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
Águas e Energia Elétrica. São Paulo, (12) 1988.
- [27] DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
Águas e Energia Elétrica. Bacia do Piracicaba -Proposta de Programas Prioritários., São Paulo, (13) 44-13, 1988.
- [28] DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
Águas e Energia Elétrica. São Paulo, (15) Ano 5, 1989.
- [29] DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo, 1991. ??
- [30] DNAE/CNEC - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica/Conselho Nacional de Engenheiros Consultores S/A
Diagnóstico e Planejamento da Utilização dos Recursos Hídricos julho, 1983, 19 p.
- [31] FERRARO, Denerval
Transporte de Cargas Perigosas Química e Derivados, São Paulo, 16-30, agosto, 1989.

- [32] FERREIRA, L. da C.
Estado e Ambiente a Política Ambiental no Estado de São Paulo IF-CH/UNICAMP, n.10 1990.
- [33] GONÇALVES, Pedro Wagner
Catástrofes geológicas - Possíveis influência da Usina Termoelétrica em Paulínia nos aquíferos da região in Sevá e Ferreira,[53], p. 155-187.
- [34] Governo do Estado de São Paulo
Zoneamento industrial do Estado de São Paulo
- [35] GUARIBA, Francisco Mariani, (coord.)
Tendências da industrialização do Interior do Estado de São Paulo Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, novembro, 1989, 103p.
- [36] HASHIMOTO, T., LOUCKS, D.P. and STEDINGER, J.R.
Reliability, Resilience, and Vulnerability Criteria for Water Resource System Performance Evaluation Water Resources Research, Vol 18 (1) pages 14-20, february, 1982.
- [37] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Região Sudeste in Produção Agrícola Municipal, São Paulo, Vol 13, Tomo 2, 374p.
- [38] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Cartas do Uso do Solo, folhas Indaiatuba, Jundiaí, Americana, Campinas, Valinhos, Cosmópolis e Limeira, 1980, escala 1:50.000.
- [39] IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico
Carta de Utilização da Terra, folhas Campinas, São Paulo e Santos. ano 1986, escala 1:250.000.
- [40] KOLBASSOV, O
O papel do Estado e do Direito na resolução dos problemas ecológicos in Problemas do Mundo Contemporâneo n° 26. Academia de Ciências da URSS, Moscou, 1983 p. 115-127.
- [41] LAGADEC, P.
O concernimento pelo risco tecnológico maior - os Atores in La civilisation du risque catastrophes technologiques et responsabilité sociale (resenha de Osvaldo Sevá) março 1987.

- [42] LOWRANCE, W.W.
Of acceptable risk Harvard University, California 1976, 180 p.
- [43] MACEDO, L.H.H. de e WOELZ, M
Segurança de Sistemas de Água Revista Engenharia Sanitária, Vol 25, nº 3 jul/set, 1986 p. 345-351.
- [44] MACHADO, Paulo Afonso Leme
Direito Ambiental Brasileiro São Paulo, Ed. Revista dos Tribunais, 1982, Cap. IV, p. 66-74.
- [45] MAKARON, O.M.S.M (coord.)
6º Seminário de Segurança Industrial maio/junho 1987.
- [46] MAKSAKOVSKY, V.P. (prefacio) *The Rational utilization of natural resources and the protection of environment*, Progress Publishers Moscow, English translation, Progress Publishers 1983.
- [47] NTC - Associação Nacional das Empresas de Transportes rodoviários de carga
Manual Comentado de Cargas Perigosas.
- [48] OLIVEIRA, J.B, MENK, J.R.F. e ROTTA, C.L.
Levantamento semidetalhado dos solos do Estado de São Paulo, Quadrícula de Campinas. IAC. Escala 1:100.000, 1977.
- [49] PERROW, Charles
Petrochemical Plants in Normal Accidents, New York, USA, 1984. p. 101-122.
- [50] QUÍMICA INDUSTRIAL
A classificação das 50 maiores Abril/maio de 1991 - nº 36. p.12-45
- [51] RUTKOWSKI, E. e FRICKE, G.T.
Voce tem sede de que ? - Situação hídrica da bacia do rio Piracicaba In Sevá e Ferreira [53],p. 23-47.
- [52] SEMEGHINI, Ulysses C.
Campinas (1960 a 1980): Agricultura, industrialização e urbanização Dissertação de mestrado, Instituto de Economia da UNICAMP, Campinas 1988, 282 p.
- [53] SEVÁ, O. e FERREIRA, V.L. (org.)
O projeto da termoelétrica em Paulínia, SP: A questão energética e a degradação ambiental - UNICAMP/NEPAM, Coletânea de Ensaio e Estudos, 1ª edição, 1989, 265 p.

- [54] Serviço Nacional de Pesquisas Agrômicas
Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo Ministério da Agricultura - Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrômicas, Rio de Janeiro, Brasil, 1960 (Boletim n.12)
- [55] SEVÁ, Osvaldo
Degradação e riscos da ampliação dos processos produtivos Campinas, mimeo, Comunicação encontro nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências Sociais. ago,1986, 38p.
- [56] SEVÁ, Osvaldo
Tecnologia, Ambiente, alguns casos mais críticos - a degradação resultante da indústria pesada e os acidentes de grandes proporções Instituto de Geociências/UNICAMP abril 1987 mimeo 9p.
- [57] SEVÁ, O. e FERREIRA, V.L.(org.)
O projeto da termoeletrica em Paulínia, SP; A questão energética e a degradação sócio-ambiental UNICAMP/NEPAM, Coletânea de Ensaio e Estudos - 1ª edição, 1989, 265 p.
- [58] SMITH, Al J.
Managing Hazardous Substances Accidents Library of Congress Cataloging Data, USA, 1981, 188 p.
- [59] SMITH, E.
Chemical risks to human health and the environment: Identification and quantification International Labour Organization, United Nations Environment Programme, World Health Organization, september, 1991, 15 p.
- [60] TROPMAIR, Helmuth
Estudos biogeográfico de líquens como vegetais indicadores de poluição aérea da cidade de Campinas-SP Geografia, Vol2, nº 4, outubro, 1977.
- [61] TURRA, Juleusa Maria Theodoro
Uma incrível ciranda - Reflexões sobre o Crescimento da região de Campinas e a Apropriação dos Recursos Naturais in Sevá e Ferreira, [53], p.79-109.
- [62] UNEP - United Nations Environment Programme
Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais (tradução) Programa Ambiental das Nações Unidas - ONU, 1988, 110p.
- [63] UFRJ - Laboratório de Análise de Segurança
Curso Avaliação de Riscos 33 p.

- [64] YOUNOS, T.M. e WEIGMANN, D.
Pesticides: a continuing dilemma Journal WPCF, Vol 60, (7), july, 1988,
p.1200-1205. .
- [65] ZIRSCHKY, John
Environmental terrorism Journal WPCF, Vol 60, (7), july, 1988, p.1206-1221.