

1 INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e o desenvolvimento de novas tecnologias nas últimas décadas, juntamente com o modelo de desenvolvimento econômico imposto à moderna sociedade industrial, com a busca constante por recursos materiais para suprir sua atividade produtiva, provocaram a geração de uma crise sócio-ambiental, que nos dias atuais atinge uma considerável parcela da população mundial, notadamente e de forma mais acentuada, aos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

Este desenvolvimento tecnológico ampliou o domínio do homem sobre a natureza, imprimindo mudanças significativas nos valores, hábitos e costumes, induzindo modelos de consumo indiferentes aos padrões culturais e sociais com a utilização e manipulação cada vez maior dos recursos naturais e tecnológicos em função das relações econômicas, comerciais e políticas, não considerando as implicações ambientais e sociais decorrentes como a ocupação desordenada de espaços naturais, a transformação das paisagens, a redução da cobertura vegetal, a perda de biodiversidade, a poluição dos ambientes, o desequilíbrio dos ecossistemas, a concentração de poder e renda, a violência urbana e o caos social.

A forma de utilização da tecnologia e o uso intensivo dos recursos naturais vêm acelerando cada vez mais o processo de transformação e degradação da natureza, provocando grandes mudanças em todos os campos da atividade humana, através de novas formas de exploração, muitas vezes, acima da capacidade de suporte, comprometendo a sustentabilidade, a qualidade de vida e a continuidade das futuras gerações, uma vez que a

alteração e o comprometimento de processos ecológicos essenciais e as suas conseqüências para o meio ambiente não são totalmente conhecidos pela ciência, podendo a médio e longo prazo, ocasionar danos severos e irreversíveis aos ecossistemas e conseqüentemente à própria sobrevivência humana.

Segundo Collier et al. (1975), a crise ambiental que se fez notar entre a produção e a distribuição de alimentos, no crescimento das populações humanas, na redução da produtividade terrestre e aquática e em decorrência da poluição e das mudanças climáticas locais e globais, é originada por fatores sociais, culturais, econômicos, políticos e históricos, estando suas raízes centradas na crescente exploração de recursos pelo homem, e na sua ignorância a respeito dos processos que são afetados por essa exploração.

O PNUMA expressa que as causas básicas da crise ambiental são a pobreza e o mau uso da riqueza, onde os pobres são compelidos a destruir os recursos do ambiente nos quais se baseiam as suas perspectivas de sobrevivência, enquanto os países ricos provocam cada vez mais, demandas de recursos que invariavelmente são transferidos em formas de custos, aos países mais pobres (CIMA, 1991).

Na América Latina, a degradação ambiental assume características próprias, existindo dentro de um mesmo país, grandes áreas subdesenvolvidas ao lado de áreas industrializadas. Aos efeitos do crescimento econômico acelerado, somam-se os conhecidos problemas sociais decorrentes da pobreza, tornando a situação ambiental mais crítica do que nas regiões desenvolvidas. A poluição orgânica e química da água, gerada em áreas urbanas e industriais não ordenadas, a poluição do ar, a destruição de ecossistemas e a contaminação por pesticidas e substâncias tóxicas são agravadas pela migração rural para áreas urbanas carentes de infra-estrutura e serviços sociais (MOREIRA, 1989).

O Cerrado está localizado basicamente no Planalto Central brasileiro, é o segundo maior bioma do país, ocupando mais de dois milhões de quilômetros quadrados, cerca de 23% do território brasileiro (RIBEIRO; WALTER, 1998). Compreende um mosaico de tipos vegetacionais (campo limpo, campo sujo, campo cerrado e cerrado rupestre) e as formações florestais características (vereda, mata de galeria, cerradão e mata mesofítica), estima-se que mais de 40% das espécies de plantas lenhosas existentes nesse bioma sejam endêmicas. Não existem dados concretos quanto ao índice de perda da cobertura vegetal do Cerrado, porém uma análise preliminar demonstrou que apenas uma terça parte do bioma encontra-se pouco antropizada, e que cerca de 70% da área do Cerrado ainda não foi adequadamente estudada (CONSERVATION INTERNATIONAL, 1999). De acordo com a identificação de *hotspots* mundiais realizado por Mittermeier et al. (1999), o Cerrado figura

juntamente com a Mata Atlântica, como uma das 25 regiões mais diversas e mais ameaçadas do planeta, sendo, no entanto, a velocidade de alteração do Cerrado, a mais elevada entre todos os demais biomas.

Segundo IBAMA (2001), o bioma Cerrado foi considerado durante muito tempo pouco importante, permanecendo praticamente inalterado até a década de 1950. Com a criação de novas redes rodoviárias que possibilitaram a expansão de frentes camponesas e conseqüentemente a ocupação especulativa de terras dos estados de Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, muitos ecossistemas deram lugar à pecuária e à agricultura extensiva. Durante as décadas de 1970 a 1980, houve um rápido deslocamento da fronteira agrícola para a implantação de projetos voltados à produção de grãos destinados à exportação. Muitos desses projetos foram implantados por meio de incentivos governamentais sem a devida preocupação com os impactos ambientais, mais apenas, com a finalidade de incorporar a região do cerrado à produção de grãos do país, com a abertura de novas fronteiras agrícolas e o com o aumento da competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional.

As estratégias e políticas de desenvolvimento aliadas a investimentos públicos em infra-estrutura, tiveram consideráveis impactos sobre a expansão agrícola e ocupação do cerrado. O desempenho positivo da economia brasileira, associado a uma política nacional – desenvolvimentista que procurava integrar os “espaços vazios” do Brasil Central e da Amazônia ao capitalismo do Sul/Sudeste criaram programas para a concessão de incentivos fiscais e créditos agrícolas, acreditando que estes projetos pioneiros resultariam em extraordinário retorno financeiro (WWF, 1995).

Com deslocamento da fronteira agrícola e a ocupação de novas regiões de cerrado, as áreas nativas foram sendo reduzidas em uma escala muito acelerada. Segundo Myers et al. (2000), 80% das áreas originais do cerrado estariam convertidas em áreas antrópicas, restando apenas 20% de áreas consideradas originais ou pouco perturbadas. Comparando números e analisando estimativas a área desmatada do cerrado aumentou 218% em seis anos com uma perda anual de 9,75 milhões de hectares ao ano em média (AGUIAR et al., 2004).

As ciências ambientais avançam no sentido da integração e tem na interdisciplinaridade um dos seus principais fundamentos, uma vez que os problemas ambientais possuem diferentes interfaces, exigindo para isso, soluções integradas de vários campos do conhecimento para corrigir, reparar e reformular a relação do homem com o ambiente, refletindo em grande parte, no saber científico e na aplicação tecnológica (KOPÉZINSKI, 2000).

Entre os diferentes recursos que compõem um ecossistema, a vegetação exerce um papel fundamental na conservação dos outros recursos naturais importantes como o solo, a água e a fauna. Os processos de transformação dos ecossistemas resultantes de atividades antrópicas como expansão urbana, agricultura, pecuária, implantação de indústrias, rodovias, hidroelétricas e mineração dentre outras, provocam o comprometimento e a fragmentação de muitas áreas com consequências imprevisíveis sobre os outros componentes do ambiente e sobre o homem.

Segundo Tauk et al. (1995), a qualidade ambiental de um ecossistema expressa as condições e os requisitos básicos que este ecossistema detém, podendo ser de natureza física, química, biológica, social, tecnológica, cultural e política, de forma que os fatores ambientais que o constituem possam exercer efetivamente as relações ambientais, necessárias à manutenção de sua dinâmica e, conseqüentemente da dinâmica do ecossistema de que fazem parte, possibilitando as condições e a capacidade de auto-superação que os permita desenvolver novas estruturas relacionais, promovendo aleatoriamente, desdobramentos ordenados da complexidade do ecossistema.

Um dos maiores problemas relacionados ao conhecimento e a conservação da biodiversidade do Nordeste brasileiro está associado à carência de informações e a falta de ações concretas em programas de pesquisa, inventário, monitoramento e conservação dos recursos naturais, uma vez que ainda são poucos os trabalhos realizados abordando os aspectos florísticos e fitossociológicos do Nordeste Ocidental; imensa área composta por parte do Maranhão e a quase totalidade do Piauí, que formam um conjunto independente, denominado “Meio-Norte”, caracterizado pela existência de diversas comunidades resultantes do contato entre diferentes Biomas como a caatinga nordestina, o cerrado do planalto central brasileiro e a floresta amazônica.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a composição florística e estrutural de uma área de cerrado rupestre de baixa altitude localizado no entorno de zonas de mineração de pedras ornamentais nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, complementando o estudo dos cerrados marginais do estado do Piauí; efetuar o diagnóstico socioeconômico para conhecer a estrutura social dos trabalhadores envolvidos na atividade mineradora; comparar os resultados dos parâmetros fitossociológicos com trabalhos realizados em outras tipologias vegetacionais e elaborar uma lista florística do componente arbóreo-arbustivo que possa ser usada, na seleção de espécies para a recuperação de áreas alteradas pela mineração na região.

Cerrado rupestre é uma fitofisionomia predominantemente herbáceo-arbustiva, com presença eventual e esparsa de árvores de pequeno porte. Normalmente ocorre sobre afloramentos rochosos, de relevo íngreme e montanhoso, ou de maciços rochosos quartzíticos ou calcáreos, em locais com solos litólicos e pouco profundos. É constituído por um mosaico bastante diversificado de ambientes isolados ou circundados por vegetação de cerrados, propiciando uma composição florística diversificada e a presença freqüente de espécies endêmicas. No estado do Piauí, diferentemente de outras regiões do país, os cerrados rupestres ocorrem em baixas cotas altimétricas.

Estes dados são pioneiros, constituindo-se o primeiro levantamento florístico e fitossociológico realizado no estado do Piauí a considerar o tipo vegetacional cerrado rupestre, sendo necessário à realização de muitos outros inventários e de mais trabalhos, para melhor compreensão e delimitação deste importante subtipo fitofisionômico ainda tão desconhecido e com muitos problemas ambientais.

Esta área faz parte do sítio 10 do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), do Programa de Ecologia dos Cerrados Marginais do Nordeste e Ecótonos Associados (ECOCEM) e do Projeto de Biodiversidade e Fragmentação de Ecossistemas nos Cerrados Marginais do Nordeste.

Estudar a diversidade biológica através de inventários e monitoramentos de uma determinada porção, mesmo que pequena de um ecossistema, é o primeiro passo para a sua conservação e a sua utilização de forma racional e sustentável, uma vez que, o conhecimento mínimo necessário sobre a estrutura das fitocenoses, suas características, sua distribuição biogeográfica, a dinâmica e os processos ecológicos envolvidos, as principais espécies encontradas e suas inter-relações, são requisitos fundamentais para se poder vislumbrar a utilização sustentável dos recursos naturais e para a elaboração de estratégias para o desenvolvimento de projetos de preservação ou de recuperação ambiental.

Os municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí constituem-se um dos principais pólos de exploração de pedras ornamentais do estado do Piauí, com a produção abastecendo o mercado local e alguns países da América do Sul e Europa. Tais conhecimentos subsidiam o uso planejado, através da formulação de projetos, programas e diretrizes que podem orientar o monitoramento dos impactos decorrentes da ação antrópica e auxiliar na elaboração de planos ou estratégias de exploração, em função das potencialidades e limitações dos sistemas ambientais da região.

2. CARACTERIZAÇÃO DO CERRADO

No Brasil pode-se considerar a ocorrência de seis grandes biomas: o Cerrado, os Campos e Florestas Meridionais, a Floresta Atlântica, a Caatinga, a Floresta Amazônica e o Pantanal. A localização geográfica desses biomas é condicionada predominantemente pelos fatores climáticos, como temperatura, pluviosidade e a umidade relativa do ar, e em menor escala pelo tipo de substrato (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O Nordeste brasileiro ocupa a posição norte-oriental do país, entre 01° e 18°30' de latitude Sul e 34°30' e 48°20' de longitude Oeste, envolvendo uma área aproximada de 1.546,672 km² (PAUWELS, 1985), equivalente a um quinto da superfície total do Brasil e abrangendo nove estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Rio Grande do Norte), dos quais 960.461 km² (62%) são considerados semi-áridos (MELLO NETO et al., 1992).

É a região que apresenta maior heterogeneidade de quadros naturais, que se revelam no seu clima, vegetação e solo. Em termos de vegetação ocorrem florestas úmidas, florestas fluviais, cerrados, caatingas hipoxerófila e hiperxerófila e disjunções, nas zonas sub-úmidas, semi-áridas, das matas pluviais, os chamados brejos de altitude ou serras úmidas (FOURY, 1972).

O Piauí e parte do estado do Maranhão formam um conjunto independente denominado “Meio Norte” ou “Nordeste Ocidental”, marcando ecologicamente uma zona de transição entre o domínio amazônico e o semi-árido nordestino (ANDRADE; LINS, 1965; ANDRADE, 1968; EMPERAIRE, 1985; 1991; CEPRO, 1992).

A cobertura vegetal do Piauí apresenta-se como um complexo mosaico de tipos vegetacionais que vão desde as formações mais secas, como as caatingas, distribuídas à leste e sudeste; passando pelos carrascos em sua parte central e nordeste; seguidos de cerrados em sua porção centro-norte e sudoeste, até os mais úmidos, como as matas de babaçu e as florestas estacionais semidecíduas (RIZZINI, 1963; ANDRADE-LIMA, 1966; 1978; FERNANDES, 1982; EMPERAIRE, 1983a; 1984; 1985; 1989; Oliveira et al., 1997; OLIVEIRA, 2004; CASTRO, 2003).

2.1 Distribuição do Cerrado

Segundo Andrade-Lima (1977), o bioma Cerrado constitui-se no segundo maior domínio vegetacional do Nordeste. Abrange como área contínua os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo, ocorrendo também em áreas disjuntas nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Ocorrem disjunções na Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Caatinga (EITEN, 1994) e no Pantanal (ADÁMOLI, 1982; ALLEM; VALLS, 1987). Ocupa uma área aproximada de 1,8 milhões de km² (21% do território brasileiro), cortando diagonalmente o País no sentido nordeste-sudoeste e limitando-se com quase todos os outros biomas (AGUIAR et al., 2004).

O cerrado tem origem natural no planalto central brasileiro, servindo como ponto de partida para a sua expansão a novas áreas, cuja conquista teria sido facilitada por causas climático-temporais, antrópicas e migratórias (FERNANDES, 1998).

Castro (1994a; b), com base em uma comparação florístico-geográfica de amostras de plantas lenhosas levantadas até 1992, subdividiu o cerrado em oito grupos: cerrados de São Paulo (dois grupos), cerrados do Planalto Central (três grupos), cerrados do Nordeste, cerrados do Pantanal e cerrados do Litoral (1 grupo cada), correspondendo os cerrados do Litoral e do Nordeste setentrionais aos de baixa altitude (0 a 500 m), os cerrados de São Paulo Meridionais aos de média altitude (500 a 900 m) e os do Planalto Central, centrais, aos cerrados de alta altitude (900 a 1.200 m).

No Piauí, a distribuição espacial dos cerrados está concentrada principalmente no sudoeste e parte do extremo sul do Estado, penetrando no norte, nordeste e centro-leste do mesmo, na forma de manchas ou encraves, ocupando uma área estimada em 118.568 km² (47,3%) da área total do estado, representando a maior concentração desse domínio no Nordeste (ANDRADE-LIMA, 1977; 1978; CEPRO, 1992; CASTRO, 1994a).

Este total corresponde a 5,9% do cerrado *sensu lato* do Brasil ou 36,9% do cerrado no Nordeste, dos quais 83.497,59 km² (70,4%) encontram-se em sua área de domínio e 35.071,07 km² (29,6%) em sua área de transição (CEPRO, 1992).

Como está situado numa área de tensão ecológica, com vegetação de transição ou de ecótono, recebe influência de três províncias florísticas: a floresta amazônica, os cerrados e as caatingas (DUCKE; BLACK, 1953; RIZZINI, 1963; ANDRADE, 1968). Nas áreas de transição, há contatos dos cerrados com a caatinga, carrasco, mata seca decídua, mata estacional semidecídua, mata de babaçu, mata de carnaúba e mata ripícola.

2.2 Solos

Dos 2.037.600 km² que representam a superfície da região dos cerrados, 46% são Latossolos (18,6% são Latossolos Vermelho-Escuro e 22% são Latossolos Vermelho-Amarelo); 15,2% são Areias Quartzosas; 15,1% são Podzólicos e o restante, em menor percentual, são compostos por Cambissolos, Litólicos, inclusive, 6% de Lateritas Hidromórficas e 2% de Gleis (ADÁMOLI et al., 1986). Quimicamente mais de 95% dos latossolos do cerrado são distróficos e ácidos, com baixa a média capacidade de troca catiônica e níveis de pH em torno de 4,0 e 5,5 (LOPES, 1984). Existe um número significativo de outras classes de solos no cerrado, fazendo com que se estabeleça uma grande diversidade de espécies.

Segundo Eiten (1994), as formas fisionômicas do cerrado dependeriam de três aspectos do substrato: a fertilidade e o teor de alumínio disponível; a profundidade do solo e o grau de saturação hídrica. A deficiência hídrica é o principal fator limitante para a origem do cerrado, muito embora aspectos edáficos e queimadas atuem como fatores de modificação das características da região (ALVIN, 1996).

Os solos litólicos ocorrem em relevo que varia desde o suave-ondulado até o montanhoso, sob diversos tipos de vegetação, tais como cerrado, caatinga, florestas e suas transições, sendo pouco utilizados na agricultura e pecuária devido sua pouca espessura, freqüente pedregosidade e rochosidade, além de estarem geralmente associados a relevos montanhosos. Fitofisionomias típicas de solos litólicos são campo limpo e campo rupestre, mas, se derivados de rochas básicas podem conter até vegetação de mata seca decídua (REATTO et al., 1998).

De forma geral, as rochas que deram origem aos solos do Cerrado são antigas, cerca de 46% de seus solos são profundos, bem drenados e com inclinações leves. Os solos das diferentes fisionomias do cerrado são álicos, tendendo os teores de alumínio a crescerem

do cerradão para o campo limpo, em áreas onde a deficiência hídrica não é pronunciada. A alta concentração de alumínio no solo pode inibir a absorção de nutrientes pelas raízes, ou causar toxidez às plantas, apesar de que algumas árvores nativas do cerrado são capazes de absorver em suas folhas quantidades muito superiores à maioria das plantas (WWF, 1995).

2.3 Clima

Devido a sua extensão territorial e situação geográfica, a região dos cerrados apresenta grande variação climática, recebendo influências das regiões vizinhas (áreas de influência Amazônica, Nordestina, Atlântica e Continental).

O Cerrado é caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, sendo o clima classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso). As precipitações variam entre 750 a 2.000 mm, apresentando média anual da ordem de 1.500 mm, sendo as chuvas concentradas de outubro a março. Mais de 90% das precipitações ocorrem de outubro a março, aproximadamente 86% do Cerrado recebem entre 1.000 a 2.000 mm de chuva por ano e em 67% da área, a estação seca prolonga-se por 5 a 6 meses (WWF, 1995).

Segundo Nimer (1989), o mecanismo atmosférico geral determina uma marcha estacional de precipitação semelhante em toda a região criando uma tendência de uniformização pluviométrica. O clima dos cerrados é caracterizado pela presença de uma estação seca bem marcada, que pode durar até seis meses (EITEN, 1972). O cerrado ocorre apenas onde não existem geadas ou onde elas não são frequentes (EITEN, 1994).

A Bacia Hidrográfica do Parnaíba apresenta uma grande variação climática em função de fatores meteorológicos, circulação atmosférica e de relevo, reforçando sua condição de transição entre o clima semi-árido do Nordeste e o clima úmido amazônico (IBGE, 1996).

A combinação de fatores climáticos, topográficos, hidrológicos e pedológicos possibilita condições favoráveis a um quadro estrutural de paisagens, em que dominam aspectos bem marcantes e estreitamente relacionados a um intenso processo de esclerofismo, sobrevivendo os componentes florísticos em um ambiente de intensa radiação solar e de baixo teor de umidade, graças ao desenvolvimento de mecanismos fisiológicos adaptados às condições de secura atmosférica (FERNANDES, 1998).

A vegetação do cerrado rupestre parece ser um clímax ecológico, estando ligada muito mais aos fatores pedológicos locais do que a características climáticas particulares. O clima não possui um papel expressivo da determinação dessa formação vegetacional.

2.4 Vegetação do Cerrado

A classificação da vegetação dos cerrados tem sofrido falta de uniformidade ou continuidade no emprego de suas denominações, criando uma série de problemas na comparação dos dados e tornando sua conceituação e terminologia bastante confusa (COUTINHO, 1978).

Essas discordâncias são resultantes dos diferentes critérios e escalas utilizadas na separação dos tipos vegetacionais presentes no bioma Cerrado, bem como do desconhecimento dos fatores definidores de cada tipo de vegetação. Várias fitofisionomias são reconhecidas para a região do Cerrado, no entanto, os critérios de definição utilizados para separá-las nem sempre são os mesmos para diferentes autores.

A vegetação do cerrado, em sua maior parte caracteriza-se por savanas estacionais, existindo diversas formas fisionômicas que diferem entre si quanto à composição florística e a estrutura. Elas são: campo limpo, campo sujo, cerrado *stricto sensu* e cerradão. Outros tipos de vegetação ocorrem como as veredas e os campos rupestres (WWF, 1995).

A savana é conceituada como uma vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional, com cerca de seis meses secos, muito embora, possa ser encontrada em clima úmido. Reveste normalmente solos lixiviados, aluminizados, apresentando sinúsias de hemicriptófitos, geófitos, caméfitos e fanerófitos de pequeno porte, com os indivíduos lenhosos apresentando brotos foliares bem protegidos, casca grossa e rugosa, esgalhamento profuso, grandes folhas coriáceas e perenes e órgãos de reserva subterrâneos (IBGE, 1997).

Muitos autores, usando critérios e escalas distintas, baseadas em princípios e origens diferenciadas, tentaram padronizar a nomenclatura dos tipos fisionômicos encontrados na região dos cerrados. Kuhlmann e Correia (1982), classificaram estes critérios nas seguintes categorias: localização ou situação geográfica; topografia ou fatores geográficos, geológicos e pedológicos; condições ecológicas; categorias fitofisionômicas e terminologia regional, contudo, a marcante variação fisionômica e florística que apresenta os cerrados, a subjetividade, o emprego de termos regionais ou de difícil aplicabilidade prática, nunca permitiu uma padronização universal que contemple todas as variações fisionômicas (EITEN, 1972; RIBEIRO; WALTER, 1998).

Waibel (1948) considera que o cerrado constitui um tipo intermediário de vegetação, não sendo nem floresta nem campo, sendo essencialmente um tipo arbóreo e arbustivo, no qual sempre se encontra um estrato herbáceo relativamente bem desenvolvido, alcançando dominância apenas no campo sujo, sendo seu grau de desenvolvimento praticamente o mesmo, tanto no campo sujo, quanto no campo cerrado ou no cerrado.

Com base em muitas opiniões sobre o cerrado, suas formas de vegetação e terminologias, Coutinho (1978) propõe um conceito próprio à vista dos considerados conceitos fisionômicos e florísticos. Denomina-o pelo conceito “Floresta-ecótono-campo”, em que o cerrado é tido como um complexo de formações oreádicas, que vão desde o campo limpo (formação campestre) até o cerradão (formação florestal), representando as suas formas savânicas (campo sujo, campo cerrado e cerrado “*sensu stricto*”), verdadeiros ecótonos de vegetação entre as duas formas extremas. O cerrado típico é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura arbórea de 20 a 50% e altura média de 3 a 6 metros. É uma forma comum e intermediária entre o cerrado denso e o cerrado ralo (RIBEIRO; WALTER, 1998). Campo sujo seria a vegetação herbácea com árvores pequenas de até 3 metros de altura; campo cerrado uma vegetação aberta, com árvores alcançando 4 metros; cerrado vegetação densa com árvores de até 6 metros e cerradão, mata com dossel até 50%, cujas árvores atingem altura superior a 9 metros (COUTINHO, 1978).

O termo cerrado “*sensu stricto*” designa um dos tipos fisionômicos que ocorrem na formação savânica, definido pela composição florística e pela fisionomia, considerando tanto a estrutura quanto às formas de crescimento dominantes e, por ser uma das suas principais fisionomias, caracteriza o bioma Cerrado (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Em condições onde não prevalece o antropismo, a composição florística e a frequência das espécies de uma fitofisionomia parecem estar fortemente correlacionadas com a latitude, podendo variar muito em diferentes locais na escala geográfica (RATTER; DARGIE, 1992; FELFILI, SILVA JÚNIOR, 1993; CASTRO, 1994a; RATTER et al., 1996). Não existe flora homogênea no cerrado, mais sim floras características para cada área (CASTRO et al., 1995). O que há, portanto, são interações de todos os parâmetros bióticos e abióticos, determinando mudanças nos aspectos quantitativos e qualitativos da vegetação (RIBEIRO et al., 1983). O resultado dessas interações é a grande variedade de tipos fitofisionômicos encontrados na região, com o surgimento de mosaicos vegetacionais.

O Cerrado apresenta uma flora característica e diferenciada dos biomas adjacentes, apesar de muitas fisionomias compartilharem espécies em comum (HERINGER et al., 1977; RIZZINI, 1979; PRADO; GIBBS, 1993; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995). Segundo Eiten (1994), além da influência do clima, das características físicas e químicas do solo a distribuição da flora é condicionada pela latitude, altitude, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastoreio e muitos outros fatores antrópicos.

No cerrado existe a ocorrência de duas floras bastante distintas que competem pelos recursos do ambiente (espaço, luz, nutrientes, água, etc.). Quando a flora arbórea se

adensa, a herbácea é expulsa do meio, e vice-versa. Assim, é de competição e equilíbrio entre essas duas floras antagônicas que surgem as diferentes fisionomias que o cerrado exhibe (COUTINHO, 1978).

Portanto, o cerrado apresenta-se, em geral biestratificado, porque normalmente costuma-se juntar em um só estrato as árvores, que têm marcado crescimento simpodial, com os arbustos e semi-arbustos, com a denominação de “estrato arbóreo-arbustivo” (MANTOVANI, 1983), ou porque nem sempre é fácil fazer a separação entre árvores de arbustos (RIZZINI, 1979). Uma terceira estratificação pode existir em algumas fâcies de cerrado, sem no entanto, descaracterizá-los (CABRERA; WILLINK, 1973; RIZZINI, 1979). Neste caso, o primeiro seria o arbóreo, o segundo seria o arbustivo e o terceiro o herbáceo, com ou sem subarbustos.

A vegetação do cerrado *sensu lato* é mesofítica, com indivíduos, em geral, escleromórficos. Os lenhosos são freatófitos ou semifreatófitos (EITEN, 1972) e, comumente, resistentes e adaptados ao fogo frio, controlado ou de pouca duração (RIZZINI, 1979; COUTINHO, 1980; 1982; 1992; FILGUEIRAS, 1981). A subcaducifolia ou semideciduidade está presente por causa do caráter estacional do clima. A queda total de folhas, excepcionalmente, só acontece nos cerrados caducifólios (FERNANDES, 1982; CASTRO, 1984).

O material de origem de uma rocha ou sedimento apresenta características físicas, químicas e mineralógicas que juntamente com outros fatores como o relevo e o clima podem afetar de forma direta o estabelecimento e a distribuição de muitas espécies. Em geral, o pequeno porte das plantas do cerrado pode estar associado com a deficiência de nitrogênio e a elevada concentração de alumínio no solo. A situação de escassez de alguns nutrientes reflete diretamente no espaçamento aéreo dos indivíduos (FERNANDES; BEZERRA, 1990).

Muitos fatores podem influenciar na densidade arbórea do cerrado, tais como, as condições edáficas (WAIBEL, 1948; BEARD, 1953), o pH e a saturação de alumínio (ALVIM; ARAÚJO, 1952; GOODLAND, 1971; GOODLAND; FERRI, 1979), a fertilidade, as condições hídricas e a profundidade do solo (EITEN, 1972; 1994; AB'SABER, 1983; ARAÚJO; HARIDASAN, 1989), além da frequência de queimadas (COUTINHO, 1980; 1992) e outras ações antrópicas (RAWITSCHER, 1948).

Os reflexos desses fatores condicionam a estrutura, a distribuição espacial dos indivíduos lenhosos e a composição florística da vegetação. O gradiente campo sujo/cerradão é condicionado geralmente pelo potencial nutritivo do solo de acordo com o grau de fertilidade.

2.4.1 Cerrado rupestre

Embora a palavra já tenha sido empregada na literatura ao denominar um tipo fisionômico de cerrado assentado sobre afloramento rochoso na Chapada dos Guimarães (OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 1986), o termo cerrado rupestre trata-se ainda de uma nova denominação de subtipo fitofisionômico. É um subtipo de vegetação arbóreo-arbustivo que ocorre em ambientes rupestres, geralmente em manchas, em locais de afloramento rochoso, muitas vezes em mosaicos ou mesclado aos demais subtipos de cerrado *sensu stricto*. Segundo a terminologia adotada por Ribeiro e Walter (1998), esta fisionomia é denominada cerrado rupestre e sua flora apresenta elementos florísticos também presentes no campo rupestre.

Este tipo de vegetação predomina no alto da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais e na Bahia, notadamente na Chapada Diamantina, estando fortemente associado com estas regiões. Podem ser encontrados na porção sudoeste e sul de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal como ilhas florísticas isoladas circundadas por vegetação de Cerrados (FILGUEIRAS, 1997). Essas localidades estão vinculadas sob o ponto de vista geomorfológico, ao Maciço Goiano e ao Planalto Sul de Minas Gerais, que estão ligadas pelo arco da Canastra (MOREIRA, 1977) e ao cinturão orogênico de Brasília, estendendo-se desde o sul do estado de Tocantins até o sudeste de Minas Gerais.

Por apresentar elementos florísticos adaptados ao ambiente rupícola, diferencia-se dos demais subtipos tanto pelo substrato tipicamente de solos rasos (litólicos ou rochosos), quanto pela composição das espécies. Possui cobertura arbórea variável de 5 a 20%, altura média de 2 a 4 m e estrato arbustivo-herbáceo destacado.

Embora apresente estrutura semelhante ao cerrado ralo, o substrato é um critério de fácil diferenciação, pois comporta pouco solo entre afloramento de rocha. Solos litólicos ocorrem em relevo que varia desde suave-ondulado até montanhoso, sob diversos tipos de vegetação, tais como cerrado, caatinga, floresta e suas transições.

Quanto ao uso, estes solos são pouco utilizados com agricultura e pecuária, devido sua pouca espessura e por se situarem em geral em áreas de relevo movimentado, além de freqüente pedregosidade e rochosidade.

No estado do Piauí, diferentemente de outras regiões do país, os cerrados rupestres ocorrem em baixas cotas altimétricas e com relevo suave ondulado.

São originados da decomposição de arenitos e quartzitos, geralmente são pobres em nutrientes, ácidos e apresentam baixos teores de matéria orgânica (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Possui solos rasos, pouco evoluídos, associados a muitos afloramentos rochosos, com o horizonte A, assentado diretamente sobre a rocha e com a textura muito interligada ao material de origem, geralmente contendo apreciável proporção de fragmentos de rochas, pedras e cascalhos (REATTO et al., 1998).

Apresentam séria limitação à penetração do sistema radicular das plantas. No cerrado rupestre os indivíduos arbóreos concentram-se nas fendas entre as rochas, podendo apresentar densidade variável dependente do volume de solo apresentado. Existem casos em que as árvores dominam a paisagem, enquanto que em outros a flora arbustivo-herbácea pode predominar, mas ainda assim com a presença de árvores (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Estudos abordando aspectos da composição florística dos cerrados rupestres demonstram a existência de uma grande diversidade de espécies e de um elevado índice de endemismos neste tipo de ambiente, uma vez que os mesmos ocorrem em locais com condições ecológicas distintas, com variações na topografia, declividade e aspecto, além da natureza particular do substrato e do micro-clima, devendo critérios como o grau de endemismo, determinar as áreas ou regiões prioritárias para a conservação (KRUCKEBERG; RABNOWITZ, 1985; GENTRY, 1986), principalmente onde essas comunidades com elevada riqueza biótica, tem sofrido intenso e acelerado processo de degradação devido a atividades econômicas como a implantação de projetos agrícolas, pastagens, mineração, extrativismo vegetal, especulação imobiliária e turismo desordenado.

O cerrado rupestre apresenta elementos florísticos comuns ao campo cerrado, destacando-se no estrato subarbustivo-herbáceo algumas espécies da família Asteraceae, Eriocaulaceae, Velloziaceae, Melastomataceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, dentre outras. São freqüentes nessa fisionomia *Davilla elliptica*, *Kielmeyera rubriflora*, *Qualea parviflora*, *Terminalia fagifolia* e *Vochysia petraea* (OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 1986).

2.5 Trabalhos quali-quantitativos de vegetação no Bioma Cerrado

Apesar dos trabalhos existentes se considerarmos a imensa distribuição geográfica e a pressão antrópica que vem sofrendo muitas áreas importantes não estudadas, ainda são poucos os trabalhos abordando a vegetação e a ecologia do Bioma Cerrado. Uma listagem pioneira foi elaborada em 1892 por Warming (*apud* FERRI 1980), que relacionou cerca de 700 espécies para os cerrados de Lagoa Santa, no estado de Minas Gerais. Posteriormente, outros autores compilaram dados sobre a flora do cerrado, destacando-se os trabalhos de Rizzini (1963), que apresentou 537 espécies, entre árvores e arbustos; Goodland

(1970), que listou 700 espécies de angiospermas em uma área do Triângulo Mineiro; Heringer et al., (1977), com 774 espécies entre árvores e arbustos e Filgueiras e Pereira (1993), que compilaram para o Distrito Federal 2.264 espécies vasculares nativas.

Segundo Castro (1994a; b), a flora lenhosa dos cerrados brasileiros é composta no mínimo de 989 a 1.753 táxons específicos e subespecíficos, de 366 a 575 gêneros e de 88 a 210 famílias botânicas. Como o número de espécies não-lenhosas corresponde ao dobro ou ao triplo do número de espécies lenhosas, a flora total dos cerrados seria estimada como sendo composta de 3.956 a 7.012 espécies.

Ratter e Dargie (1992), Castro (1994a) e Ratter et al. (1996) elaboraram listas florísticas comparando trabalhos realizados em 98 áreas de cerrado *sensu stricto*, listando as espécies arbóreas mais características e de maior distribuição nesse ambiente. Entre elas destacam-se: *Annona crassiflora*, *Astronium fraxinifolium*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima verbascifolia*, *Connarus suberosus*, *Curatella americana*, *Hancornia speciosa*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea parviflora*, *Qualea grandiflora*, *Salvertia convallariaedora*, *Tocoyena formosa*, dentre outras.

Para o nordeste brasileiro as estimativas da riqueza total de espécies apontam para números na ordem de 924 ou 1.232 espécies para proporções de 1:2 ou 1:3 (uma espécie do componente lenhoso para duas ou três espécies do componente rasteiro). Assim, levando-se em consideração a maior estimativa, a fitodiversidade dos cerrados do Nordeste, corresponderia a 17,6% da estimativa total da fitodiversidade dos cerrados do Brasil (CASTRO, 1994a).

Esforços intensivos de coleta, amostragens padronizadas e revisões taxonômicas são imprescindíveis para que possa ser feita a avaliação global da composição florística do bioma Cerrado. Tais esforços são prementes, uma vez que existem, ainda, extensas áreas cobertas por vegetação nativa, enfrentando forte pressão, tornando essa avaliação urgente, pois, certamente, algumas espécies podem estar em risco de extinção antes mesmo de serem conhecidas pela ciência (MENDONÇA et al., 1998).

Conceição (2000) estudando a composição florística e a estrutura fitossociológica de uma área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Mirador - MA, instalou 30 parcelas com dimensões de 10 x 20 m e critério de inclusão $DNS \geq 3$ cm. Foram determinadas 181 espécies, distribuídas em 125 gêneros e 51 famílias. As famílias que apresentaram maior riqueza específica foram: Caesalpiniaceae (16 espécies), Fabaceae (15) e Myrtaceae (14). Os índices de similaridade entre os cerrados do Piauí e Maranhão foram baixos.

Para o Piauí, destacam-se os trabalhos de Castro (1994a) e Castro et al. (1998) que realizaram 12 levantamentos envolvendo áreas de vários municípios pertencentes ao domínio dos cerrados como: Baixa Grande do Ribeiro, Barras, Batalha, Beneditinos, Capitão de Campos, Elesbão Veloso, José de Freitas, Monsenhor Gil, Tanque do Piauí, Piracuruca e Piripiri.

Dos levantamentos realizados, 11 trabalhos são pioneiros, sendo amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro do caule ao nível do peito (DNP) ≥ 5 cm, como critério de inclusão. Na área de cerradão estudada no município de Oeiras foram amostrados todos os indivíduos com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm, sendo encontradas 76 espécies pertencentes a 29 famílias e 60 gêneros.

Em Padre Marcos, Oliveira et al. (1997), realizaram levantamento em uma área de transição carrasco-caatinga de areia. Foram utilizadas 45 parcelas (10 x 10 m), incluindo os indivíduos lenhosos com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm e altura total (AT) ≥ 1 m. A vegetação apresentou baixa afinidade com o cerrado (9 espécies), 29 em comum com os carrascos e 26 com as caatingas de areia. As espécies *Cenostigma gardnerianum* Tul., *Adenocalymma* sp., *Piptadenia moniliformis* Benth., *Acacia riparia* Kunth, *Mimosa acutistipula* Benth. e *Croton argyrophyloides* Müll.Arg tiveram os maiores IVIs.

Ribeiro e Tabarelli (2002) analisaram em escala local, as relações existentes entre densidade de plantas lenhosas, riqueza e percentual de espécies com diferentes formas de vida, estratégias de dispersão, polinização e fenologia em uma área de cerrado na fazenda Palmares, município de Monsenhor Gil. Foram encontradas quatro fisionomias vegetais (cerrado/cerradão/chapada/carrasco), as quais representam um gradiente decrescente de densidade de plantas lenhosas. Os resultados sugeriram que a vegetação de cerrado, em áreas marginais, apresenta um padrão de organização distinto daqueles propostos para a sua área core.

Lemos e Rodal (2002), através do método de parcelas, estudaram uma área de chapada sedimentar situada no Parque Nacional da Serra da Capivara – PI, a 600 m de altitude, encontrando uma fisionomia predominantemente arbustiva, com indivíduos bastante ramificados ao nível do solo e uma das maiores densidades totais relacionadas para o semi-árido (5,827 ind.ha⁻¹).

Farias (2004), estudando a vegetação do complexo vegetacional de Campo Maior realizou levantamento fitossociológico em duas áreas, Alto do Comandante e Baixão da Cobra, através do método de quadrantes com a locação de 100 pontos em cada área e

critério de inclusão $DNS \geq 3\text{cm}$. Foram amostradas 46 espécies em Alto do Comandante e 44 em Baixão da Cobra, totalizando 68 espécies. Os valores para o índice de diversidade de Shannon (3,20 e 3,09 nats/ind^{-1} respectivamente), foram considerados altos, quando comparados aos já citados para áreas de caatinga, carrasco e cerrado no nordeste brasileiro.

Mendes, M. (2003) realizou o levantamento fitossociológico em dois trechos de caatinga arbórea no município de São José do Piauí, Piauí, objetivando-se caracterizar a arquitetura e estrutura da vegetação. No primeiro trecho, Platô do Morro, situado a 540 m, foram instalados 50 pontos quadrantes. No segundo trecho Encosta do Morro, a 430 m, foram alocados 70 pontos.

Foram considerados todos os indivíduos vivos, lenhosos com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) $\geq 3\text{ cm}$ e alturas totais (AT) $\geq 1\text{ m}$. A flora esteve representada por 29 famílias, 49 gêneros e 64 espécies, sendo uma nova para a ciência: *Bauhinia* sp. nov. Foram amostradas 33 e 30 espécies, no platô e na encosta, respectivamente. As que se destacaram com maior IVI foram *Chamaecrista eitenorum* (H.S.Irwin e Barneby) no platô e *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., na encosta.

Mesquita (2003), visando contribuir para o conhecimento da vegetação lenhosa do cerrado do Parque Nacional de Sete Cidades, instalou 30 parcelas com dimensões de 10 x 20 m, amostrando todos os indivíduos lenhosos com $DNS \geq 3\text{ cm}$. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (12 espécies), Caesalpiniaceae (9) e Mimosaceae (7) perfazendo um total de 30,40% das espécies coletadas. Das 77 espécies amostradas, *Terminalia fagifolia* Mart. ex Zucc., *Qualea grandiflora* Mart. e *Plathymenia reticulata* Benth. tiveram os maiores IVIs.

Ainda para o Parque Nacional de Sete Cidades, destaca-se mais recentemente o trabalho de Oliveira (2004) que teve como o objetivo contribuir para o conhecimento da flora e estrutura dos cerrados marginais do Brasil (Grupo NE).

Este trabalho abrangeu três etapas: 1) mapeamento orbital, descrição, caracterização e classificação da vegetação; 2) análise quantitativa e listagem da flora (florística e fitossociologia); e 3) relações entre solos e a vegetação. Foram coletadas 439 espécies, sendo três novas para a ciência.

A proporção de espécies de estrato herbáceo-subarbustivo para o arbustivo-arbóreo foi de 1,1:1. As famílias mais ricas foram Leguminosae, Bignoniaceae, Poaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Malpighiaceae e Apocynaceae, as quais representaram 51,3% do total de espécies.

2.6 Atividade mineradora

A mineração é uma das atividades mais primitivas exercidas pelo homem, assumindo contornos de importância decisiva para o desenvolvimento na produção de bens sociais e industriais, visto que o minério extraído da natureza está presente em quase todos os produtos utilizados pelo homem, gerando uma certa dependência e ônus para a sociedade, pois ao final do período exploratório restam quase sempre, áreas degradadas e rejeitos que na maioria das vezes, não podem ser usados racionalmente (KOPEZINSKI, 2000).

Apresenta-se como um desafio para o conceito de desenvolvimento sustentável uma vez que, ao mesmo tempo em que retira do meio ambiente recursos naturais exauríveis, é uma atividade indispensável à sobrevivência do homem moderno, dada à importância assumida pelos bens minerais; das mais básicas como habitação, construção, saneamento básico, transporte, agricultura, as mais sofisticadas como tecnologia de ponta nas áreas de comunicação e da medicina (BANCO DO NORDESTE, 1999).

Segundo IPT (1992), dada a ampla gama de situações possíveis à generalização sobre as características da extração mineral é necessariamente aproximativa por conta da extrema variedade de situações em que se pode processar, da diversidade de bens minerais e das diferentes formas e condições de jazidamento, entretanto, a quase totalidade dos casos baseia-se em trabalhos que envolvem a mobilização de solos, rochas e escavações.

As ações originárias da atividade mineradora apresentam um grau de impacto ambiental de alta magnitude, devido às modificações físicas e bióticas provocadas nas áreas de influência direta e indireta do projeto, devendo o empreendedor, por exigência da legislação, requerer o licenciamento ambiental (IBAMA, 1990). Os impactos ambientais se manifestam em consequência das modificações ambientais nos processos naturais e constituem-se em produtos resultantes diretamente das atividades antrópicas exercidas.

Fornasari et al. (1984) salienta que os diferentes aspectos dessa degradação podem ser observados no solo, nos recursos hídricos, na paisagem, na geomorfologia, na fauna e na flora e que o impacto está ligado diretamente às características pertinentes ao meio como o relevo, a geologia, a forma de extração, o tipo de beneficiamento, além dos rejeitos resultantes, suas características químicas e suas formas de disposição do solo.

Os impactos ambientais originários do processo de lavra podem ser de diferentes grandezas, variando em função das características das jazidas e das técnicas de prospecção utilizadas; podendo restringir-se a áreas bastante reduzidas ou ao contrário, manifestar-se por muitos quilômetros, aumentando de intensidade à medida que se passa de

uma fase exploratória para outra: são pouco significativos na fase de reconhecimento, aumentam na fase de prospecção e intensificam-se na fase de exploração.

Na mineração, os impactos podem se manifestar em uma área de influência muito maior do que o local da lavra, podendo os efeitos serem percebidos por toda a bacia hidrográfica. No entanto, na maioria dos casos, a lavra mineral está fortemente associada ao local da ocorrência da jazida, o que pode implicar conflitos de interesse em relação ao uso e ocupação do solo da região (BANCO DO NORDESTE, 1999). A avaliação da extensão do nível de degradação em uma determinada área é um processo complexo, de difícil caracterização e mensuração.

O impacto ambiental causado pela atividade extrativista dependerá exclusivamente da ação antrópica. A atividade humana é que determinará o tipo, a magnitude e as conseqüências da alteração ambiental no meio a ser minerado, embora, mesmo com a utilização de técnicas avançadas em muitos dos procedimentos necessários para a implantação do empreendimento como o decapeamento, abertura de trincheiras, cortes dentre outros, os impactos ao meio físico sejam inevitáveis, causando grandes modificações no meio biótico (KOPEZINSKI, 2000).

Bitar et al. (1990) afirmam que a identificação de impactos em atividades mineradoras é baseada em trabalhos que envolvem a mobilização de terra, desmatamento, alteração da superfície topográfica e da paisagem, perda ou destruição de solos superficiais, instabilização de terrenos e encostas, alteração de corpos d'água e de níveis freáticos, exposição aos fenômenos de dinâmica superficial, como erosão e assoreamento. Silva (1988) aponta que entre os fatores que influenciam a extensão dos impactos ambientais causados pela atividade mineradora estão o tamanho da operação a ser utilizada, os métodos de lavra aplicados, além da natureza do material extraído e suas conseqüências durante o processo de beneficiamento.

Segundo Fornasari Filho et al. (1987), as ações de decapeamento do solo, abertura de taludes e trincheiras, estradas de acesso, pátios de manobras e de estocagem de material causam grandes modificações no meio ambiente, abrangendo vários níveis de degradação com implicações diferenciadas para a fauna e a flora.

Um dos aspectos mais problemáticos relacionado com a exploração de pedras ornamentais refere-se aos rejeitos oriundos da retirada do material de capeamento da superfície do solo e das sobras do processo produtivo que são depositados em locais inadequados, ficando expostos aos agentes erosivos, provocando degradação da paisagem e

assoreamento dos cursos d'água. Entende-se por rejeitos de mineração tanto os resíduos derivados dos processos de beneficiamento, como aqueles provenientes diretamente da lavra.

Tentando obter informações mais precisas sobre o desenvolvimento e evolução de impactos ambientais em áreas naturais, pesquisadores têm utilizado técnicas para quantificar e qualificar os efeitos a médio e longo prazo através da utilização de imagens de satélite. De acordo com Franzoni (1993), a fotointerpretação e o sensoriamento remoto são ferramentas que podem ser utilizadas para monitoramento, controle e melhor compreensão das situações. A forma de quantificar e qualificar o nível de degradação em área de mineração dependerá exclusivamente dos atributos a serem avaliados. Nos trabalhos de recuperação das áreas alteradas devem ser avaliadas as medidas e os diagnósticos apontados nos estudos ambientais. Esses estudos identificam as características específicas da mina e da região onde a mesma está instalada tais como: topografia, geologia, solos, rede hidrográfica, flora, fauna, além dos aspectos socioeconômicos.

Segundo IBAMA (1990), a degradação dar-se quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou aterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico forem comprometidos. No Brasil a demanda na produção de alimentos, a falta de planejamento na ocupação dos espaços, o desmatamento para a implantação de atividades agrícolas e da pecuária, a agricultura itinerante, o uso do fogo na abertura de novas áreas são fatores que contribuem para a degradação de muitos ecossistemas importantes.

A recuperação de áreas degradadas compreende um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas de diferentes áreas do conhecimento humano com o objetivo de proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existente anteriormente em um sistema natural (DIAS; MELO, 1988).

Segundo o IPT (1992), já o termo restauração está ligado à idéia de reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas, no entanto, no caso da mineração, é praticamente impossível devido o montante de material mobilizado e extraído durante o processo de realização da lavra. A reabilitação significa que o local alterado deverá ser destinado a uma dada forma de uso e ocupação do solo ou uma certa produtividade, predefinida de acordo com um projeto de reutilização podendo ser em áreas residenciais, comerciais, industriais, de lazer, aterro sanitário, dentre outras.

Em determinados casos específicos, principalmente em locais de forte pressão antrópica, quando se executa o preenchimento das áreas mineradas, pode-se obter uma recomposição topográfica que possibilite uma utilidade adequada para a área.

É imprescindível o conhecimento das espécies que comportariam a formação clímax e das elementos importantes para a evolução dessa associação. Além do conhecimento das espécies, é de fundamental importância a observação das condições estruturais e físico-químicas do solo para o perfeito desenvolvimento da vegetação. Recomenda-se a implantação de espécies nativas da região, concentrando-se naquelas que são pioneiras, nas frutíferas nativas, bem como espécies melíferas (IBAMA, 1990).

A recuperação de áreas alteradas pela mineração é realizada com o objetivo de amenizar os efeitos negativos no solo, na vegetação e na qualidade de vida da população. Para isso, é necessária a adoção de técnicas e de modelos de acordo com as características do local e da região. A vegetação originalmente existente, o nível de antropização do solo, a ocorrência em remanescentes próximos de banco de sementes e plântulas e principalmente, o tipo efetivo de ecossistema que se deseja obter, são fatores determinantes na elaboração do projeto de recuperação e na seleção das espécies a serem utilizadas.

A remoção da vegetação nativa favorece a ocorrência de uma grande quantidade de espécies invasoras e oportunistas melhores adaptadas às condições de luminosidade e de solo do novo ambiente. A competição dessas espécies na ocupação da área modifica completamente o processo de regeneração natural pela alteração dos processos ecológicos e perda da estrutura espacial e funcional.

2.6.1 Ocorrências minerais no estado do Piauí

A pequena expressão econômica de minerais na Bacia Hidrográfica do Poti está associada às condições de relativa estabilidade geológica (LIMA, 1982). Pode-se afirmar que a maioria dos recursos minerais possui ocorrências restritas. Existe entretanto no estado do Piauí, alguns minerais em apreciável quantidade e fundamentais para o seu desenvolvimento como calcário dolomítico, atapulgita, vermiculita, opala, amianto, níquel, diamantes e minerais radioativos (IBGE, 1996). O calcário dolomítico é um excelente corretivo de solos ácidos, a sua existência em grande quantidade, é uma favorabilidade a mais para um Estado que apresenta forte vocação agrícola para a produção de grãos no cerrado; a produção de opala no município de Pedro II coloca o Brasil como o único produtor dessa gema na América Latina; a jazida de níquel do Piauí, é uma das maiores do país, apresentando reservas da ordem de 20 milhões de toneladas. Ocorre ainda ardósia em Piracuruca, chumbo em São João do Piauí e Monsenhor Gil, cobre em São João do Piauí, Pio IX e São Julião, granito ornamental em São João do Piauí, São Raimundo Nonato e Parnaíba, gipsita em

Simões, mármore em Pio IX e Fronteiras, ouro em Parnaguá e Castelo do Piauí, cromo em Avelino Lopes e vermiculita em Queimada Nova (CEPRO, 2003).

Segundo Lins (1978), existe ocorrência de galena em Monsenhor Gil, cobre no município de Valença e opala explorada comercialmente em Pedro II. Ocorrem ainda “folhelhos” da formação Longá, no município de Castelo do Piauí que são comercializados para a utilização como revestimento e piso, sendo conhecido regionalmente como pedra de Castelo ou pedra de Juazeiro.

A falta de pesquisas geológicas é um dos motivos para não se conhecer melhor as riquezas do subsolo piauiense. A produção mineral tem pequena agregação de valor na indústria, limitando-se à extração e ao beneficiamento simples do material. Atualmente o extrativismo mineral e a indústria de mineração têm pequena importância na economia piauiense, representando o valor da produção mineral no ano de 2000, apenas 0,6% do total da produção mineral do Nordeste. Excluindo-se da região o valor dos outros grupos de minerais (metálicos, gemas e diamantes e produtos energéticos) a participação do Piauí alcançou somente 2,9% da produção nordestina de minerais não metálicos (Mendes, F. 2003).

Segundo o boletim analítico semestral (CEPRO, 2003), a exportação de pedras ornamentais representou para o estado do Piauí durante o período de janeiro a dezembro de 2003, um faturamento de US\$ 1,364,000.00, correspondendo ao nono produto na pauta do volume de exportações que tem soja, cera de carnaúba, camarão, castanha de caju e mel de abelha como principais produtos.

A atividade é desenvolvida de forma semimecanizada e artesanal principalmente nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, através de indústrias, cooperativas, associações e iniciativa privada, constituindo-se em uma das poucas oportunidades de geração de emprego e renda para a população local.

Nos últimos anos por conta de conflitos de interesse na utilização de áreas de exploração já estabelecidas, surgimento de atravessadores provenientes de outras regiões do país e maior atuação na fiscalização pelos órgãos ambientais e trabalhistas, acirraram-se as relações entre muitos trabalhadores.

Não existe nenhuma organização pública ou privada, estudo, projeto ou programa em andamento na região que privilegie a questão ambiental ou que discuta com a comunidade, ações de proteção aos recursos naturais ou de recuperação das áreas já alteradas, apesar da existência de toda uma legislação específica que trata do tema e da obrigatoriedade na recuperação das áreas mineradas pelos empreendedores ou proprietários das terras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área

O município de Castelo do Piauí (05°19'S e 41°31'W), 200 m de altitude média, pertencente à microrregião de Campo Maior possui uma área total de 251.529,186 km², distando da capital, Teresina, aproximadamente 170 km. Limita-se ao norte com Pedro II, ao sul com Buriti dos Montes, ao leste com área de litígio entre o Piauí e o Ceará, e a oeste com Campo Maior, Alto Longá e São João da Serra (Figuras 1, 2 e 3). Os solos do município estão representados por: solos com horizonte B latossólico constituindo as associações LVd3, LVd14, LVd15; solos pouco desenvolvidos ocorrem nas associações R1 e R2; solos areno-quartzosos, presentes nas associações Aqd2 e Aqd4; solos concrecionários tropicais, fazendo parte da associação SCT2 e SCT4 (CEPRO, 1992). Nas áreas com vegetação de cerrado rupestre prevalecem os Neossolos Litólicos.

3.2. Aspectos físicos

3.2.1. Classificação climática

Os dados utilizados para a classificação climática foram fornecidos pelo DHME, baseados em médias mensais de precipitação e temperatura, através do método de interpolação, utilizando-se para isso as informações registradas nos postos meteorológicos dos municípios de Pedro II, Capitão de Campos e Campo Maior, localizados num raio de cerca de 100 km do local de estudo. Estas informações são referentes a um período de 42 anos (1959 a 2001), conforme a Tabela 1.

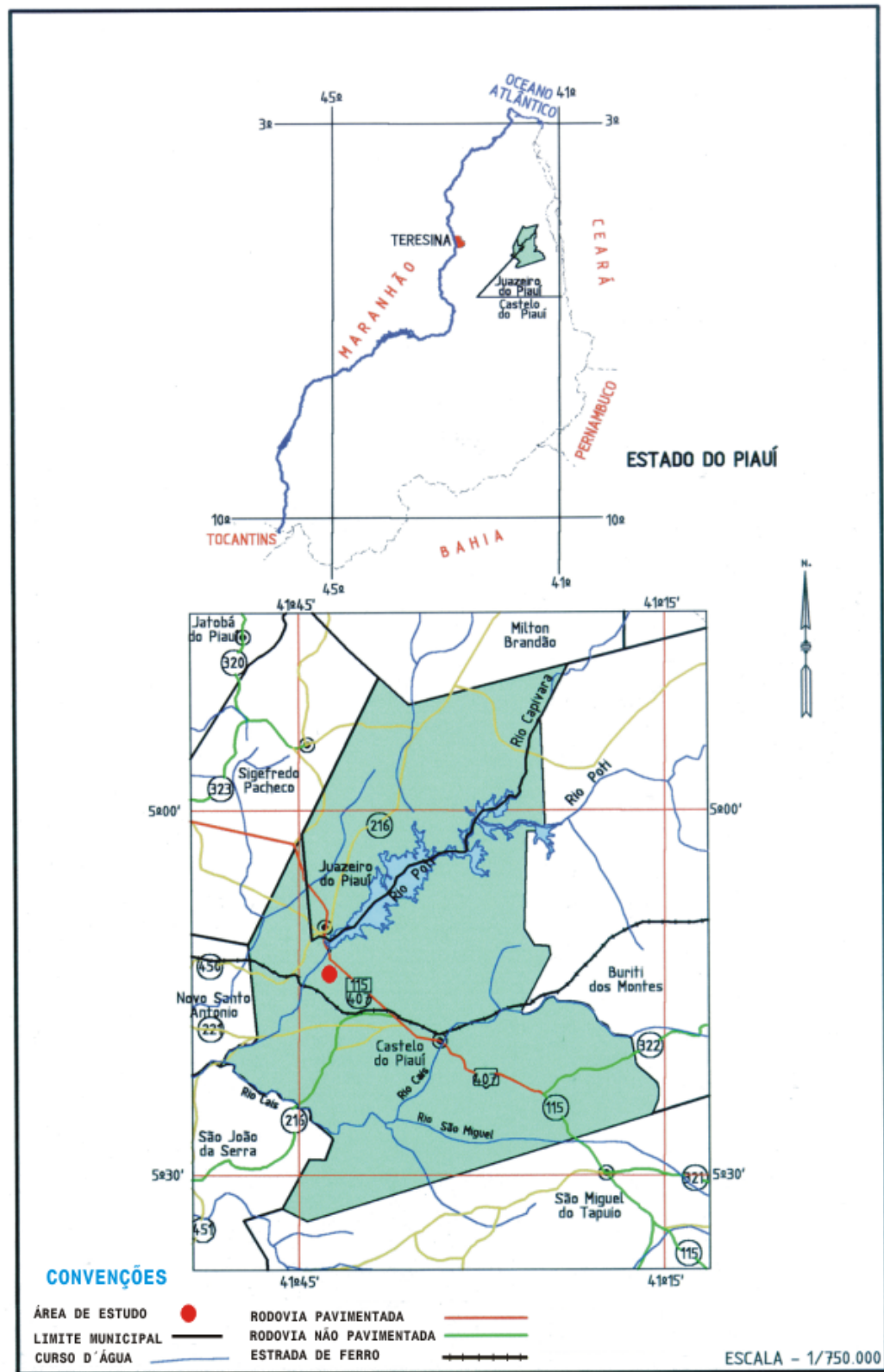


Figura 1. Localização da área de estudo, no município de Castelo do Piauí, Piauí.

Fonte: Autor (adaptado do mapa rodoviário DER-PI, 1998).



Figura 2. Locais de amostragem da vegetação, grotão da caraúba, fazenda Bonito, município de Castelo do Piauí, Piauí.

Fonte: Autor (adaptado de Reis/ECB/Carta DSG SUDENE de Castelo do Piauí, 1974).

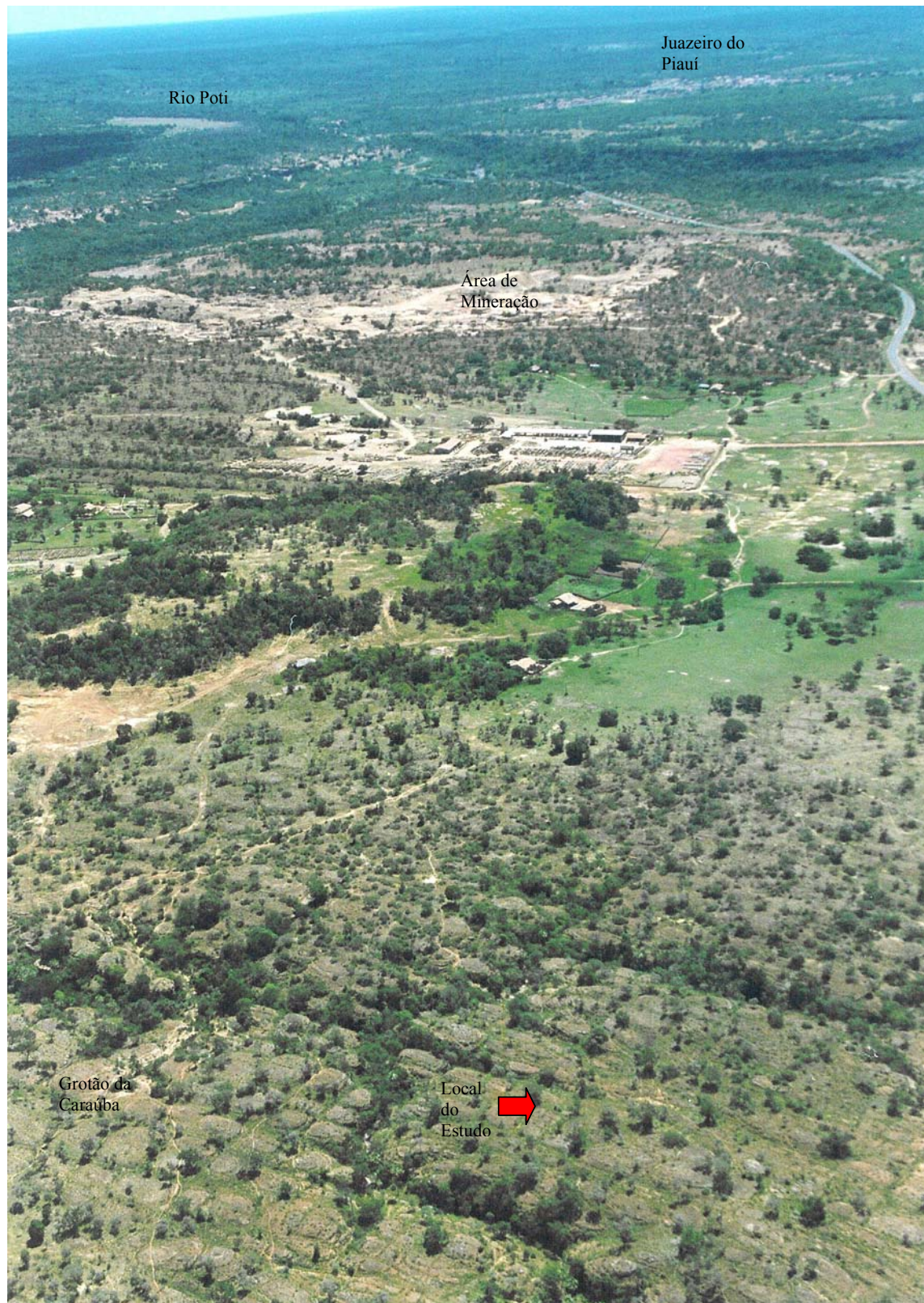


Figura 3 Fotografia aérea da área de estudo (2002).
Fonte: ECB Rochas Ornamentais do Brasil Ltda.

Tabela 1. Dados pluviométricos do município de Castelo do Piauí, Piauí (1959 – 2001).

continua

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1959	143,1	290,3	199,5	26,2	117,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,0	0,0	833,1
1960	94,3	171,0	584,9	41,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	118,2	1009,8
1961	198,5	264,4	307,2	157,3	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	959,6
1962	214,9	191,9	342,5	88,0	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,3	157,1	1081,7
1963	66,6	317,2	496,3	329,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	166,7	1426,0
1964	316,4	107,2	277,4	601,9	186,0	36,0	41,0	42,0	0,8	3,2	4,9	0,0	1616,8
1965	108,7	115,6	309,3	326,9	32,6	24,5	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0	18,3	953,3
1966	67,5	273,8	108,2	195,3	45,0	10,4	0,0	0,0	2,2	12,8	58,6	83,7	857,5
1967	224,3	213,4	436,2	300,1	129,2	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	45,0	157,7	1507,5
1968	55,3	60,3	492,8	142,0	106,2	0,0	0,0	6,6	0,0	2,8	110,4	120,8	1097,2
1969	203,5	168,1	306,8	134,7	14,0	18,9	4,6	0,0	8,0	4,0	5,1	14,0	881,7
1970	145,5	165,6	277,0	177,8	19,7	3,5	2,0	0,2	3,4	15,6	77,7	62,8	950,8
1971	164,5	159,6	255,4	298,5	94,2	60,2	13,5	3,2	5,4	11,3	3,0	29,3	1098,1
1972	112,6	206,2	176,3	250,0	8,4	7,6	1,9	0,0	0,0	0,0	4,2	76,2	843,4
1973	128,2	106,3	317,7	457,6	91,2	35,7	56,5	7,8	12,2	52,3	41,8	95,4	1402,7
1974	292,3	172,5	298,8	513,7	256,1	27,6	5,9	0,0	11,8	61,4	42,4	136,2	1818,7
1975	152,6	172,2	281,4	250,1	127,6	23,2	38,9	25,9	12,1	0,0	0,0	67,9	1151,9
1976	84,8	362,5	176,9	173,2	14,6	5,0	0,0	0,9	0,6	25,7	3,7	4,6	852,5
1977	161,5	122,7	289,5	398,4	75,1	19,6	6,7	0,0	25,5	5,1	0,0	166,3	1270,4
1978	225,6	97,9	144,8	242,5	119,8	0,2	16,2	2,2	18,6	2,4	76,0	93,2	1039,4
1979	157,7	276,4	92,0	77,8	31,0	0,9	0,0	20,1	1,6	28,5	121,6	63,1	870,7

Tabela 1

conclusão

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1980	151,2	415,1	158,4	95,4	2,1	3,0	1,5	1,9	6,5	18,2	7,3	79,3	939,9
1981	116,9	14,3	259,7	81,1	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	40,0	520,2
1982	250,0	139,1	106,5	125,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,5	12,0	6,0	9,2	660,1
1983	49,9	207,0	148,4	37,6	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,9	505,8
1984	215,3	131,2	380,2	385,4	165,4	14,3	2,4	8,2	3,2	33,2	7,2	23,6	1369,6
1985	421,0	416,0	466,2	578,1	104,9	58,0	26,2	5,0	0,0	25,0	41,0	354,1	2495,5
1986	125,8	239,0	440,7	203,7	32,2	16,2	4,2	6,8	6,8	19,0	38,0	29,1	1161,5
1987	31,3	124,9	605,3	11,0	120,6	31,6	0,6	2,0	9,4	72,5	0,0	17,0	1026,2
1988	131,9	231,2	269,5	427,4	11,9	4,0	0,0	1,0	0,0	0,0	90,8	287,0	1454,7
1989	76,4	129,1	608,7	318,9	183,7	10,6	14,3	0,0	25,0	0,0	0,0	273,4	1640,1
1990	0,0	253,4	88,2	76,0	15,3	0,0	5,0	0,0	49,0	13,0	26,0	44,0	569,9
1991	139,0	55,0	501,0	59,0	119,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	901,0
1992	155,4	109,0	91,0	83,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	25,0	470,4
1993	98,0	81,0	159,0	91,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	14,0	13,0	483,0
1994	257,0	122,0	231,0	177,0	111,0	35,0	0,0	0,0	6,0	0,0	36,0	70,0	1045,0
1995	21,0	198,0	123,5	191,0	285,0	144,0	15,0	0,0	0,0	0,0	54,0	76,0	1107,5
1996	157,0	136,0	333,0	447,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86,0	13,0	1190,0
1997	188,0	12,0	328,0	126,0	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	20,0	55,0	807,0
1998	256,0	284,0	180,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0	-	810,0
1999	161,0	199,0	255,0	177,0	195,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,0	174,0	1244,0
2000	131,0	281,0	263,0	135,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	848,0
2001	74,0	288,0	120,0	106,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	588,0

Fonte: Departamento de Hidrometeorologia da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis do Estado do Piauí (2002).

Com base nos dados de temperaturas, estimadas através de equações de regressão linear e de precipitação, foi realizado segundo (THORNTHWAITE; MATHER, 1955) a estimativa do balanço hídrico e o climatograma. O regime de chuvas foi caracterizado utilizando-se as coordenadas geográficas e a altitude média obtida no local do levantamento, de acordo com as médias aritméticas dos anos supracitados para o município de Castelo do Piauí.

O cálculo do balanço hídrico é importante pois permite caracterizar os períodos de excedente e de deficiência hídrica no solo, expressando em valores absolutos a disponibilidade de água no solo para o uso das plantas, bem como, as deficiências e os excessos de umidade que ocorrem ao longo do ano.

3.2.2. Caracterização geológica

A metodologia utilizada para a caracterização geológica deu-se a partir de informações obtidas em mapeamento geológico regional (BRASIL, 1973), complementado com as viagens de reconhecimento, quando se procurou compatibilizar as informações de campo com as informações já existentes.

A Bacia Sedimentar do Parnaíba, também conhecida como Bacia do Meio Norte, ou Bacia do Piauí-Maranhão, está situada na porção ocidental da região Nordeste do Brasil, inscrita em um macro polígono, cujas coordenadas abrangem de 3°00' a 11°00' de latitude sul e de 40°00' a 46°30' de longitude oeste, com uma área drenada de 339 390km², 75% dela correspondendo ao estado do Piauí, 19% ao estado do Maranhão e 6% ao estado do Ceará (IBGE, 1996). Ao final do ciclo Ordoviciano-Siluriano ocorreu uma tendência de sistemas deposicionais marinhos, compondo fases transgressivas e regressivas. As Formações Cabeças. Longá e Poti foram influenciadas por este fenômeno (EMBRAPA, 1997).

A estrutura geológica da Bacia Hidrográfica do Parnaíba compreende parte da área de rochas metamórficas e magmáticas, embasamento cristalino do Maciço Nordestino, apresentando-se falhada e fraturada na periferia da bacia sedimentar do Maranhão-Piauí. A outra parte de sua área corresponde a uma porção desta bacia sedimentar, com rochas predominantemente areníticas, onde se apresentam características climáticas semelhantes às da área do embasamento cristalino. Drena 80% da bacia

sedimentar do Piauí-Maranhão, formada por um espesso pacote de rochas sedimentares, com representação litológica diferenciada, em função da idade dos ciclos de sedimentação, datados do Paleozóico ao Mesozóico (570 a 245 milhões de anos) (CEPRO, 1996).

Caracteriza-se por formas particulares de relevo como chapadas, chapadões, *cuestas* e a grande planície; estando as *cuestas*, chapadas e chapadões localizados no bordo oriental e no sul da região, onde afloram os terrenos mais antigos (BRITO, 1979). A formação Serra Grande aflora em uma grande faixa localizada na borda oriental da Bacia do Parnaíba, possui espessura média de 200 metros, podendo alcançar um mínimo de 50 a um máximo de 700 metros (CAVALCANTI, 1964; MABESSONE, 1976). O domínio dos chapadões padroniza-se pelos planaltos de estrutura complexa, em terrenos cristalinos e sedimentares compartimentados, com quase total ausência de mamelonização (FERNANDES, 2003).

A Bacia Hidrográfica do Parnaíba apresenta uma configuração assimétrica com a maior concentração dos afluentes localizados na margem direita, sendo os principais, os rios Longá, Poti, Canindé e Gurguéia. Na margem esquerda, o rio Balsas é o afluente com a mais expressiva contribuição hídrica (IBGE, 1996).

A seguir são descritas as principais características litológicas das diferentes unidades estratigráficas, presentes na área de estudo (Figura 4).

a) Formação Cabeças (**Dc**^(B))

Segundo Brasil (1973), suas principais características litológicas são: os arenitos de cores claras, brancos e cinza-amarelados, às vezes chegando a vermelho; médio a grosseiro, freqüentemente conglomeráticos e muito pouco argiloso.

O arenito é geralmente de aspecto maciço, pela estratificação muito espessa, sendo comum às estratificações cruzadas bem desenvolvidas. Em certos locais, apresenta intercalações de siltitos e arenitos finos, laminados, também de cores claras. Esta formação apresenta manchas de rocha ígnea (basalto), localizadas no município de Novo Santo Antônio, bem próximo a área de estudo.

Ocorre na borda leste da bacia numa faixa de 60 km orientada de NE para SE; na borda oeste e sudoeste, uma faixa de 20 km tem direção NNW-SSE. O contato superior com a Formação Longá é com brusca mudança litológica, e o inferior com a Formação Pimenteiras é concordante. É datada do Devoniano Médio.

Figura 4. Mapa geológico dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Fonte: Autor (adaptado de Brasil, 1973 / mapa rodoviário DER-PI, 1998).

b) Formação Pimenteiras (Dp)

Está localizada a Nordeste do município de Castelo do Piauí, sendo dividida em duas seções: uma superior que apresenta alternância de arenito, siltito e folhelho, com a presença de inúmeros ciclotemas e uma inferior composta por arenito fino argiloso bem selecionado de cor cinza a creme, com intercalações de cores variegadas, levemente micáceas e físseis e siltito argiloso, bem selecionado de cor creme a cinza (BRASIL, 1973).

Aflora em uma estreita faixa de direção geral norte-sul. É vulnerável a erosão em face de sua litologia, protegida em parte, pela Formação Cabeças, com área de desenvolvimento bastante pequena (BAPTISTA, 1981). Seu contato é concordante sobre os sedimentos da Formação Serra Grande e concordante e gradacional com a Formação Cabeças. É datada do Devoniano Inferior.

Ao final do ciclo Ordoviciano-Siluriano (510 a 439 milhões de anos) ocorreu uma tendência de sistemas deposicionais marinhos, compondo fases transgressivas e regressivas relativas ao Grupo Canindé, em tempos de Devoniano Médio a Superior, representada pelas Formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças e Longá.

Os depósitos subseqüentes, de idade carbonífera, indicam condições mais litorâneas tipificada pela Formação Poti. As Formações Cabeças, Longá e Poti foram certamente influenciadas pelas glaciações periódicas, que controlaram o nível do mar e influenciaram a natureza dos sedimentos (IBGE, 1997).

3.2.3 Caracterização geomorfológica

Do ponto de vista geomorfológico, a área em estudo está inserida tanto pelas depressões periféricas à bacia sedimentar do Piauí-Maranhão, quanto pela porção dessa bacia que corresponde aos planaltos do sudeste e parte sul do planalto Ibiapaba (Figura 5). O relevo da Bacia do Meio-Norte depende de dois fatores principais: a formação geológica de suas terras e a ação do intemperismo local.

As depressões do Meio-Norte apresentam relevos elaborados em uma superfície rebaixada trabalhada em litologias da Bacia Sedimentar do Parnaíba caracterizada, sobretudo pelos arenitos Itapecuru, ocorrendo nesta superfície a coalescência das depressões dos Rios Tocantins, Parnaíba, Itapecuru, Mearim, Pindaré e Grajaú (IBGE, 1997).

Figura 5. Mapa geomorfológico dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Fonte: Autor (adaptado de Brasil, 1973 / mapa rodoviário DER-PI, 1998).

Um dos aspectos mais importantes dessa região é o fato dela corresponder a uma área de contato entre dois blocos geológicos distintos: A Bacia do Maranhão-Piauí e o escudo cristalino à leste, no estado do Ceará.

A esses elementos estruturais somam-se também diferentes compartimentações topográficas, pois essa área apresenta feições que se colocam como função desses elementos associados à atuação de paleoclimas, que se individualizam não só pelas formas de relevo como por um mosaico bioclimático diferenciado (LIMA, 1982).

A Bacia sedimentar do Maranhão-Piauí corresponde a uma das três grandes bacias sedimentares datadas do Paleozóico no território brasileiro (570 milhões de anos), encontrando-se aninhada nos escudos cristalinos do Pré-Cambriano, considerada pela literatura geológica como intracratônica, sendo a sua evolução caracterizada a partir de ciclos de sedimentação em ambiente deltáico a continental do Mesozóico (CEPRO, 1996).

Caracteriza-se como intracratônica do tipo sinéclise, tendo evoluído a partir do Paleozóico (Silurodevoniano), sendo preenchida predominantemente por arenitos. A subhorizontalidade dos estratos reflete as condições de estabilidade tectônica da área, decorrendo as feições cuestiformes das estruturas concordantes horizontais e monoclinais, podendo-se destacar as *Cuestas* da Ibiapaba e da Serra Grande e as feições tabuliformes representadas pelas grandes chapadas que se destacam no sudoeste da área (IBGE, 1996).

Segundo Góes (1995), a dificuldade de compreensão do quadro tectono-sedimentar e a evolução policíclica da região da província sedimentar do Meio-Norte permite a sua compartimentação em diferentes Bacias. A geração do espaço deposicional da Bacia do Parnaíba foi controlada, de forma predominantemente, pela variação do nível do mar, através dos fenômenos de transgressão e regressão, ocorrendo à deposição do topo da Formação Longá e base da Formação Poti numa sequência regressiva.

Sob o ponto de vista sedimentológico, a Formação Poti e as unidades limítrofes têm sido interpretadas como geradas em ambientes litorâneos, mais complexos que os demais, dada à diversidade de sub-ambientes e de processos mistos como a contribuição fluvial, os processos oscilatórios e de maré.

As depressões periféricas constituem a continuidade do compartimento morfoclimático das superfícies de erosão do escudo cristalino. Portanto, são áreas cristalinas, que são formadas por rochas impermeáveis, onde se destacam, os pedimentos e

os morros residuais (*inselbergs*), agrupamentos de lagoas, os vales fluviais, além de rampas pedimentares nos contatos dessas depressões com as bordas da bacia sedimentar.

Topograficamente corresponde a uma área deprimida com um nível de base local de aproximadamente 300 m de altitude, representado por escarpas de superfícies tabulares, com altitudes em torno de 600 m no estado do Piauí, e maior plenitude nos Estados vizinhos (LIMA, 1982).

Localizam-se ao sul entre as serras Tabatinga e Vermelha, a sudeste entre as serras Dois Irmãos e Bom Jesus do Gurguéia, e entre a serra do Araripe e borda sul da serra Grande e o planalto rebaixado do centro sul piauiense.

Nas áreas de rochas sedimentares, o relevo desta região de abrangência do estudo, está representado, estruturalmente pelos planaltos do Centro-Leste piauiense. Neste observa-se à formação de grandes vales em *canyons*, que corresponde à passagem do rio Poti, da estrutura cristalina para a sedimentar, formando gargantas abruptas de 300 a 600 m de profundidade.

O Planalto da Ibiapaba localiza-se na porção oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba sendo caracterizado por escarpas abruptas para leste e diminuição suave de altitudes para oeste. O relevo *cuestiforme* se desdobra em depressões monoclinais para o interior da bacia sedimentar, apresentando feições pediplanadas a leste, dissecadas a norte, com topos aguçados e tabulares nos fundos dos vales estruturais (IBGE, 1997).

O local em que o rio Poti forma o *canyon* na *cuesta* da serra da Ibiapaba corresponde à área de litígio entre os estados do Piauí e Ceará, apresentando altitudes máximas de cerca de 800 m na área de borda do planalto-cuesta, já em território cearense.

3.2.4 Caracterização hidrológica

A drenagem dessa área é representada pelos grandes afluentes da Bacia Hidrográfica do Parnaíba: áreas das bacias do rio Itaueira e Canindé-Piauí, média bacia do rio Poti e alto-médio curso do rio Longá, sendo que todos esses rios apresentam regimes temporários.

A Bacia Hidrográfica do Parnaíba pode ser considerada a segunda em ordem de importância no Nordeste quanto à área drenada, extensão e perenidade, ocupando uma área de 338.000 km², o que corresponde a 72% do território piauiense, 18,9% do estado do

Maranhão e 7,6% do estado do Ceará. A área restante compreende a zona de litígio entre o Piauí e o Ceará perfazendo apenas 0,8% (CEPRO, 1996). Limita-se ao sul com a bacia do São Francisco, a oeste com a bacia do rio Itapecuru e a leste com as bacias dos rios Jaguaribe e Acaraú (IBGE, 1996).

A Bacia Hidrográfica do rio Poti apresenta uma área aproximada de 49.800 km², estando localizada na porção centro-norte do estado do Piauí e oeste do estado do Ceará, entre 4° e 6° 50' de latitude sul e 40° e 43° a oeste de Greenwich (LIMA, 1982). A precipitação média anual é da ordem de 1.250 mm.

O rio Poti, seu principal tributário, tem sua cabeceira localizada nos contrafortes orientais da serra Grande, no vizinho estado do Ceará, sendo formado pela confluência dos riachos Santa Maria e Algodões, a uma altitude de 600 m (IBGE, 1996).

Seu curso possui aproximadamente 550 km de extensão, sendo 350 km no estado do Piauí (BAPTISTA, 1989). Desemboca perpendicularmente na margem direita do rio Parnaíba, ao norte da sede municipal de Teresina. Nessa área, em épocas de estiagem, sofre um barramento natural do seu leito pelo rio Parnaíba. Durante o trimestre mais seco (julho a setembro), quando chove somente cerca de 3% do total anual apresenta uma vazão média de cerca de 5,6 m³/s.

Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Berlengas e Sambito e pela margem direita os rios Capivara e Canudos.

O Rio Poti apesar de apresentar um regime de semiperenidade como a maioria dos rios do Nordeste brasileiro, é um dos grandes afluentes do Rio Parnaíba. No estado do Ceará, sua bacia abrange os municípios de Independência, Novo Oriente, Crateús, Nova Russas, Tamboril e parte dos municípios de Guaraciaba do Norte, Ipueiras, Monsenhor Tabosa, Parambu e Tauá.

No Piauí passa por Castelo do Piauí, Juazeiro do Piauí, São Miguel do Tapuio, Pimenteiras, Valença do Piauí, Novo Oriente do Piauí, Elesbão Veloso, Aroazes, São João da Serra, Prata do Piauí, São Félix, Beneditinos, Barro Duro, Hugo Napoleão, São Gonçalo do Piauí, Água Branca e parte de Teresina, Alto Longá, Altos, Campo Maior, Pedro II, Demerval Lobão, Monsenhor Gil, Miguel Leão, Agricolândia, Francinópolis, Várzea Grande, Inhumas e São José do Piauí.

3.3 Desenvolvimento e condução dos trabalhos

A abordagem utilizada no desenvolvimento dos estudos foi dividida basicamente em sete etapas principais, sendo executadas de acordo com a ordem a seguir: seleção, análise e interpretação dos documentos cartográficos; expedição de reconhecimento e definição da área de estudo; instalação das parcelas; coleta e identificação do material botânico; cálculo dos parâmetros fitossociológicos e tratamento dos dados; coleta e análise das amostras do solo e levantamento socioeconômico.

3.3.1 Seleção, análise e interpretação dos documentos cartográficos.

A metodologia básica de utilização e aplicação dos dados do sensoriamento remoto, para conhecimento da dinâmica ambiental, consistiu em quatro fases que permitiram caracterizar com precisão os elementos que compõem o quadro natural e as atividades antrópicas presentes na área.

1. obtenção de uma visão geral da área de estudo, através de imagem de satélite e interpretação preliminar;
2. utilização de fotografias aéreas convencionais;
3. utilização de mapas e cartas DSG, como complemento do sensoriamento remoto e refinamento da interpretação preliminar e;
4. inspeção de campo com aferição da verdade terrestre, estabelecimento dos padrões da imagem, com eliminação das dúvidas de interpretação e escolha das áreas prioritárias de trabalho.

A multiplicidade e a complexidade dos indicadores envolvidos nas análises foram apoiados com a utilização de imagens orbitais, permitindo assim a integração dos fatores naturais, a identificação das unidades homogêneas e a determinação das áreas mais comprometidas.

A compartimentação fisionômica da vegetação foi levantada através da análise visual de imagens do satélite LANDSAT 7 TM (Figura 6), escala 1:500.000, bandas 3, 4 e 5, com passagem em 10/07/99 (EMBRAPA, 2002), sendo os dados complementados e corrigidos com o uso de carta plani-altimétrica DSG (SUDENE, 1974), folha SB.24-V-C-I, escala 1:100.000.